LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS
17 NOV 1913

DER TSCHERNOSEM UND DIE WEIZENPRODUKTION RUMÄNIENS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

VORGELEGT VON

JORDACHE C. DRAGAN
AUS **STRAOANE DE-JOS**
(RUMÄNIEN).

WEIMAR.
DRUCK VON R. WAGNER SOHN.
1912.

Angenommen von der II. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Kirchner und Rinne.

Leipzig, den 20. Dezember 1912.

Der Procancellar.
Le Blanc.

6 31
D78t

24 Nov. 1922. Helen Darr

Meiner lieben Mutter gewidmet.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

Erstes Kapitel: Kurze Übersicht über die geologische Formation 3

Zweites Kapitel: Die Entstehung der rumänischen Tschernosemböden 6

Das Klima 8

Das Relief 20

Die Muttergesteine 29

Die Vegetation 33

Der Einfluß der Tiere 35

Die Schwarzerdebildung 37

Drittes Kapitel: Die Entnahme und Gruppierung der Bodenproben 41

Viertes Kapitel: Die morphologischen Merkmale 46

Fünftes Kapitel: Die mechanische Zusammensetzung 54

Sechstes Kapitel: Die physikalischen Eigenschaften 61

Siebentes Kapitel: Die chemische Zusammensetzung 76

Achtes Kapitel: Die Kultureigenschaften der Tschernosemböden, die Erträge und Qualität des Weizens 93

Neuntes Kapitel: Die Weizenproduktion 103

Literatur-Nachweis 111

Digitized by the Internet Archive
in 2016 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

https://archive.org/details/tschernosemunddi00drag

Einleitung.

In Rumänien hängt das nationale Vermögen fast ausschließlich von der landwirtschaftlichen Produktion ab. Die Oszillationen dieses Gewerbes machen sich im ganzen wirtschaftlichen Leben bemerkbar, denn die erst im Entstehen begriffene Industrie ist nicht imstande, die nachteilige Wirkung zu mildern, die ein ungünstiges landwirtschaftliches Jahr auf den allgemeinen Wohlstand ausübt. Die Landwirtschaft bildet den Hauptnahrungszweig des rumänischen Volkes.

Aus diesem Grunde ist das Studium der landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren und insbesondere des Bodens hinsichtlich der Mittel, um die Produktion auf eine rationelle und ökonomische Art zu steigern und zu verbessern, von größter Bedeutung.

Die allgemeinen ökonomischen und sozialen Verhältnisse bedingen, daß der Boden den wichtigsten Produktionsfaktor bildet, und unter diesen Verhältnissen sucht man ihn mit möglichst wenig Arbeit und Kapital nutzbar zu machen.

Die wichtigsten Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion sind der Boden und das Klima. Auf das Klima kann der Mensch keinen Einfluß ausüben, in dieser Hinsicht muß er seine Kulturen der Natur und den Anforderungen des Klimas anpassen. Beim Boden dagegen ist die Tätigkeit des Menschen sehr wirksam, insofern er einen unfruchtbaren oder wenig produktiven Boden in einen fruchtbaren umwandeln kann, vorausgesetzt, daß die mineralogische

Natur und die physikalischen Eigenschaften nicht hinderlich sind. Dies wird im allgemeinen dadurch erreicht, daß dem Boden die fehlenden oder sich nur in kleinen Mengen vorfindenden Pflanzennährstoffe zugeführt werden. Hierbei ist es aber nötig zu wissen, welches ist das oder sind die Elemente, die dem Boden einverleibt werden müssen, um seine Fruchtbarkeit zu erhöhen und in welchen Mengen und Zwischenräumen sie ihm verabreicht werden müssen, denn jede Düngung, deren der Boden nicht bedarf, oder jeder Überschuß über sein wirkliches Bedürfnis hinaus ist unwirtschaftlich. Dazu ist die sichere Kenntnis der mineralogischen Natur und der chemischen Zusammensetzung in Verbindung mit Düngungsversuchen erforderlich.

Unter den Bodentypen Rumäniens ist die Schwarzerde der wichtigste, sie nimmt etwa ein Drittel des Landes ein und überragt die anderen in der Fruchtbarkeit bei weitem. Ferner bildet sie vorzügliche Getreideböden und ist insbesondere als Weizenboden sehr hoch zu schätzen.

Rumänien gehört zu der großen Region des südöstlichen Europas, wo der Getreidebau die Charakteristik der Landwirtschaft bildet. Es wird bedeutend mehr Getreide erzeugt als verzehrt, der Überschuß dient der Ausfuhr. Im letzten Dezennium hat die Ausfuhrmenge stark zugenommen und beim Weizen im Jahre 1910 mit 1,89 Millionen Tonnen die höchste Ziffer erreicht. Unter den Weizen ausführenden Ländern nimmt daher Rumänien eine bedeutende Stellung ein und wird mit Recht als eine der wichtigsten Kornkammern betrachtet.

Erstes Kapitel.

Kurze Übersicht über die geologische Formation.

Nach der Bildung der Lößsedimente herrschte in der rumänischen Ebene und auf dem moldavischen Plateau ein kontinentales Klima mit gewissen Regenperioden (400—600 mm jährlich). Die trockenen, heißen Sommer und die ariden und frostigen Winter dieses Klimas haben auf den ausgedehnten Ebenen und auf den mit Löß bedeckten Plateaus die Bildung eines an Salzen reichen Bodens und eine charakteristische Wüstenvegatation hervorgerufen. Die von Wäldern entblößte, jedoch mit einer sehr üppigen Grasvegetation bedeckte Steppe hat nach und nach die rumänische Ebene in Besitz genommen. Unter dem Einfluß dieser Vegetation und eines bald milderen, bald feuchteren Klimas hat sich der äolitische Boden in einen charakteristischen schwarzen Boden umgewandelt.

An gewissen Stellen begünstigten die geophysischen und die klimatischen Verhältnisse die Formation des äolitischen Bodens: Löß, Sande usw. oder des Wüstensteppenbodens weiter, wie längs des niedrigen Meeresufers, im Donaudelta, auf gewissen Prärien und in der Region zwischen der Ebene und dem breiten Donautale, in den Distrikten Dolj, Romanatzi, östlichen Jalomitza, Braila u. a.

Die Waldvegetation, die zu der Tertiär- und Quartärepoche in der Hügelregion vorherrschte, in der Steppe aber wegen des ihr ungünstigen Klimas und weil der Boden zu

reich an Humus und Salzen war, sich nicht ausbreiten konnte, ist mit der Zeit längs der Flußtäler in die Ebene vorgerückt. Sie zieht sich in den Schluchten und den umliegenden Tälern hin, wo die Salze ausgewaschen waren; hat sich sogar in die sandige Ebene ausgedehnt und ist bis in die jungfräuliche Steppe durch Waldzungen und -Streifen vorgedrungen.

Unter dem Einfluß des Waldes veränderte sich der Tschernosem; der schwarze Steppenboden ist rötlich oder braun, an manchen Stellen sogar dunkelgrau geworden. Diese Umwandlung in Waldboden hat sich in der südlichen Klein-Walachei, in der zwischen den Nebenflüssen der Flüsse Arges und Jalomitza befindlichen Region, in der nördlichen Dobrudscha und Süd-Moldau vollzogen. Auf diese Weise treffen wir in der Ebene auf großen Flächen dieselben Waldböden, mit breiten Tschermosem- oder Podzolflecken, wie im Hügellande der Moldau und Walachei.

Die in der ausgedehnten Ebene Baragan vorhandenen Salzseen und die alkalinischen Böden am Kontakte der prähistorischen Dünen- mit der Lößzone, identifizieren die rumänische Steppe mit der des südlichen Rußlands.

Die Depressionen der durch Wald invadierten Regionen sind mit einem graulich sandigen Boden bedeckt, ähnlich dem Podzol (Bleisand) und werden oft von Süßwasserlachen mit der ihnen charakteristischen, reichen Sumpfvegetation beherrscht.

Die Plateaus und die höheren Terrassen in der Walachei und Moldau sind mit sandigen oder steinigen, humusarmen Böden bedeckt, deren Untergrund reich an Bohnenerz ist; diese Bodenart ist dem russischen Podzol oder dem deutschen Bleisand ähnlich.

Im Hügelland und in den Gebirgen der Walachei, Moldau und Dobrudscha werden kolluviale Böden (auf kleine Entfernungen weggeschafft) und Skelletböden je

nach der Natur der Muttergesteine, die an der Oberfläche auftauchen, angetroffen.

Im Gebirge (von 700 m ü. d. M. an) und in den Tälern der ehemaligen Gletscher finden sich große, charakteristisch entwickelte Hochmoore mit Torfbildung; Flachmoore dagegen gibt es nur wenige in Rumänien, namentlich im Donautale und Donaudelta.

Zweites Kapitel.

Die Entstehung der rumänischen Tschernosemböden.

Der Boden im landwirtschaftlichen Sinne[1]) ist eine natürliche Formation an der Erdoberfläche, der unter klimatologischen Einflüssen, durch chemisch-physikalische (selbstverständlich auch biologische) Prozesse auf Kosten der Gesteine der oberen oder der unteren Erdschichten entstanden ist, die in einer bestimmten Region an der Oberfläche auftreten.

Der Boden, so betrachtet, sei er rein mineralischen Ursprungs, wie der Wüstensand, oder organischer Genesis, wie die bebauten Torfmoore Schwedens, oder äolitischen Ursprungs, wie die Lößarten, oder Böden gemischten Ursprungs, wie die meisten Böden, z. B. der Tschernosem; ferner, sei er kompakt oder locker, unbeweglich oder mobil, pflügbar oder nicht, vegetationsfähig oder durchaus unfruchtbar, der Boden ist die jüngste geologische Formation, die oberste Schicht, die das Festland bedeckt und die auch gegenwärtig sich zu bilden fortfährt. Der Boden ist ein lebendiger Körper, denn er ist nicht nur die Stätte, wo sich die verschiedenartigsten physikalischen, chemischen und biologischen Phänomene abspielen, sondern er selber unterliegt fortwährenden Modifikationen, weist sogar einen regelmäßigen Stoffwechsel[2]) (Metabolismus = Verwandlungspro-

[1]) Ackererde und Untergrund bis zum Muttergestein.

[2]) In der letzten Zeit ist von Hall sogar eine Art Phagozytose im Boden erwiesen: die Nitrifikansbakterien, vornehmlich

zeß, wie die organisierten, lebendigen Körper auf, so daß diese Formation eine Verbindungsbrücke zwischen den inerten Muttergesteinen und der organisierten Tier- und Pflanzenwelt bildet.

Dank der Beiobachtungen und Arbeiten unserer meteorologischen und geologischen Anstalten besitzen wir heute zahlreiche Daten über die klimatologischen Verhältnisse Rumäniens und genaue Kenntnis von der geologischen Beschaffenheit, so daß wir den Einfluß der verschiedenen klimatischen Faktoren, sowie auch des Reliefs, des Muttergesteins und der Vegetation auf die Tschernosembildung und Umwandlung verfolgen können.

Infolge des Mangels an Vorarbeiten — die vorliegende ist als erster Versuch zu bezeichnen, die Entstehung des rumänischen Tschernosems darzulegen — kann es sich hier nicht um eine Aufklärung nach allen Seiten handeln.

Der wichtigste Faktor in der Bodenbildung (Verwitterung der Gesteine und Verwesung der organischen Substanz) ist das Klima im allgemeinen und in erster Reihe die Durchfeuchtung. Der Grad der Durchfeuchtung dieses oder jenes Teiles der Erdoberfläche hängt aber nicht nur von der Menge der atmosphärischen Niederschläge, sondern auch von der Temperatur, der Feuchtigkeit der Luft, dem Relief, der Art des Muttergesteins und der Vegetation ab.

Um die Ideen zu systematisieren, werde ich zunächst das Klima, als ersten und wichtigsten Faktor in der Bildung des Tschernosems, dann das Muttergestein, Relief und die Vegetation (inbegriffen der Mikroorganismen) ins Auge fassen. Den obengenannten Faktoren, deren Einfluß und Manifestation leicht zu ersehen ist, möchte ich den Faktor Zeit hinzufügen. Die Zeit ist kein bodenbildender Faktor ihm strengen Sinne des Wortes, sie ist aber ein Element, welches uns die Intensität und den Fortschreitungsgrad

---

die Ammoniak erzeugenden werden von Protozoen (insbesondere Amoeben) verzehrt, wie die Blutbakterien von den weißen Blutkörperchen vernichtet werden.

der durch die anderen Faktoren (Klima u. a.) verursachten Prozesse erklären kann. Die Zeit muß auch aus dem Grunde in Erwägung gezogen werden, da die Klima- und Vegetationsverhältnisse mit der Zeit variieren und somit können wir in Böden Charaktere finden, die mit den gegenwärtigen Verhältnissen, in denen sich der Boden befindet, nicht mehr in Übereinstimmung zu bringen sind. Viele sind die Charaktere, insbesondere die diluvialen, die uns das Alter eines Bodens zeigen können.

Das Klima.[1])

Vom klimatischen Standpunkte aus gehört Rumänien dem sogen. Donauklima[2]) an, welches in einigen Beziehungen dem mediterranen, in anderen hingegen dem ukrainischen Klima ähnlich ist. Seine Merkmale sind: die durchschnittlichen Niederschlagsmengen sind, außer im Gebirge, gering, bis 600 mm im Jahre. Ein Maximum der Niederschläge fällt auf den Monat Juli und zwei Minima auf August-September und Januar. Der Winter ist lang und kalt, es schneit viel; der Frühling dagegen ist kurz, veränderlich und manchmal kalt; der Sommer ist sehr heiß, der Spätsommer regenarm, der Herbst gewöhnlich schön, es kann aber sehr zeitig kühl werden.

Im östlichen Gebiet (Dobrudscha, östlichen Walachei und Moldau) fällt relativ sehr wenig Regen (weniger als 500 mm), der sich insbesondere auf den Monat Juni konzentriert. In diesem Gebiete nimmt die Jahrestemperatur vom Süden nach Norden ab, der Regen ist im Sommer häufiger und im Herbste herrscht Dürre, so daß sein Klima sich sehr wenig oder gar nicht von dem der Ukraine unterscheidet. In der Klein-Walachei hingegen sind die Niederschläge sowohl bedeutender, wie auch regelmäßiger als im Osten; die stärkeren Regen treten im Frühling auf, so daß

[1]) Alle Angaben sind den Veröffentlichungen des Meteorologischen Instituts zu Bukarest entnommen.

[2]) Em. de Martonne, Geographie physique. 1908.

das Klima dem mediterranen nahe kommt. Um das oben Gesagte klar zu legen, füge ich die nachstehende Tabelle mit den klimatischen Merkmalen der Temperatur und der Niederschläge für alle 5 Gebiete Rumäniens bei.

Tabelle I.

Regionen	Walachische Ebene	Walachisches Hügelland	Hochebene Dobrudscha	Hochebene der Moldau.	Die Gebirgsregion
	Niederschlagsmenge in mm				
Januar	34	52	35	27	40
Februar	28	44	28	23	36
März	38	54	38	37	41
April	49	72	37	47	70
Mai	55	96	47	60	81
Juni	**92**	**121**	**80**	**80**	**169**
Juli	56	71	70	65	101
August	35	46	29	44	67
September	35	55	34	33	63
Oktober	45	70	43	38	56
November	40	64	41	36	49
Dezember	43	65	35	29	52
Summa:	550	700	510	520	805
	Temperatur °C.				
Frühjahr	10,4′	94′	10,1′	8,4′	5,5′
Sommer	21,6′	20,0′	21,5′	19,5′	14,9′
Herbst	11,2′	14,4′	12,4′	9,3′	6,7′
Winter	—9,9′	—0,4′	1,1′	—2,0′	—3,4′
Jahresmittel	10,2′	10,5′	11,0′	9,8′	5,9′

Besonders auffallend ist das regenreiche Gebiet der Mittel-Walachei und das regenarme der Nordost-Moldau.

Die Klimaverhältnisse sind für die Entstehung der Schwarzerde von grundlegender Bedeutung. Sie bedingen in erster Linie das Erscheinen der für den Tschernosem

charakteristischen Steppenvegetation, aus deren Verwesung er hervorgegangen ist.

Das Klima des Tschernosemgebiets ist kontinental; charakteristisch sind: sehr heiße Sommer, die Trockenheit der Luft, die Unzulänglichkeit der Niederschläge, kalte Winter und schroffe Temperaturschwankungen. Alle diese Züge treten besonders stark im östlichen Teil der Tschernosemzone in Erscheinung. Bemerken möchte ich, daß der Mangel an Feuchtigkeit im Tschernosemgebiet in erster Linie nicht durch die geringe Menge der atmosphärischen Niederschläge bedingt wird, vielmehr sind es sowohl der Charakter ihres Niedergehens, als auch die Eigentümlichkeiten des Tschernosemgebiets in Bezug auf die anderen meteorologischen Elemente, welche in dieser Hinsicht von ausschlaggebendem Einfluß sind. So gehen die atmosphärischen Niederschläge hier häufig als Platzregen nieder, deren Wasser in großen Mengen nach den Niederungen und Flüssen abläuft, ohne Zeit zu haben, in den Boden zu sickern; ferner entfällt ein großer Teil der Niederschläge im Tschernosemgebiet auf die Sommermonate, wo das Wasser von der Vegetation gleich und schnell aufgenommen und verbraucht wird. Dazu kommt die hohe Temperatur und die geringe relative Feuchtigkeit der Luft — die für die Tschernosemzone charakteristischen Züge des Sommers —, die für die Verdunstung des Wassers aus dem Boden sehr günstige Verhältnisse ergeben und so zur Trockenheit des letzteren beitragen.

Wie nun das Klima in der Interglazialepoche, mit welcher die Bildung der Schwarzerde beginnt, beschaffen war, vermag man im einzelnen wohl schwerlich zu sagen. Nach Sibirzews Ansicht soll es anfangs viel arider gewesen sein als heute, wurde aber nach dem Schwinden der Gletschermasse niederschlagsreicher und förderte die Entwicklung einer äußerst üppigen Vegetation, so daß die gegenwärtige Schwarzerderegion zur dichten Prärie wurde. Das Klima modifizierte die jetzige Gestaltung der

Reliefverhältnisse, das Wasser wurde in Pässe und Täler abgeführt und die Folge davon war, daß das Klima und der Boden sich noch arider gestalteten. Die Prärie wurde zur Savanne und schließlich zur Steppe.[1])

Gleichzeitig bildeten sich Temperaturextreme heraus. Der warme kurze Sommer begünstigte die Entwicklung einer kurzlebigen Vegetation, deren Wachstum durch den zeitigen Herbst und strengen Winter gehemmt wurde. Die üppige Flora unterlag der Verwesung, deren Fortschreiten einerseits durch die Trockenheit des Sommers, andererseits durch die sehr niedrige Temperatur des Winters herabgesetzt wurde und die Ansammlung der schwarzen Humusmasse im Löß, die Bildung der Schwarzerde, hervorrief. Wo lokale Verhältnisse die Wirksamkeit eines dieser Faktoren aufhoben, die Verwesung förderten oder sogar das Wachstum der Steppenflora verhinderten, dort ist keine Schwarzerde entstanden, eine Tatsache, die in Rumänien oft zu beobachten ist.

In den folgenden Ausführungen wird es Aufgabe sein, die gegenwärtigen klimatischen Verhältnisse der rumänischen Tschernosemgebiete des Näheren ins Auge zu fassen. Dies geschieht nicht allein als Beleg des oben Dargelegten, sondern auch zur Klärung für die Erzeugung eines schweren und kleberreichen Weizens, der vorzugsweise in dem Schwarzerdegebiet angebaut wird.

Auf Grund der jährlichen Angaben des Meteorologischen Instituts zu Bukarest, welches verschiedene Stationen im ganzen Lande hat, wurden folgende Tabellen zusammengestellt, in welchen die Anordnung der Stationen im Schwarzerdegebiet von Süden nach Norden erfolgt.

---

[1]) Die hygrophilen und tropophilen Grasfluren heißen Wiesen, die xerophilen Steppen, xerophile Grasflächen mit einzeln wachsenden Bäumen Savannen. Schimpers, Pflanzengeographie. Jena 1908. S. 176.

Tabelle II.

Mittlere Temperaturen der Dekade 1893—1910.

Stationen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Im ganzen Jahr
Constantza	—0,9	1,8	4,4	9,1	15,1	19,7	22,3	22,3	18,4	13,9	6,8	2,6	11,3
T. Magurele	—2,9	0,9	5,8	11,8	17,7	21,2	23,6	22,6	18,3	12,9	5,2	0,4	11,5
Heresti	—3,6	0,2	4,7	10,8	16,7	20,4	22,9	22,4	17,7	12,3	4,7	—0,3	10,7
Armasesti	—3,9	—0,1	3,8	10,0	16,1	20,0	22,4	21,9	17,1	11,6	4,0	—0,5	10,2
Buzau	—3,0	0,2	4,1	10,0	16,2	20,0	22,4	21,9	17,2	11,7	4,4	- 0,3	10,4
Braila	—3,0	0,2	4,4	10,5	17,1	20,7	23,1	22,6	17,8	12,2	4,7	0,3	10,9
Foscani	—4,0	—0,7	3,5	9,7	16,1	19,6	22,0	22,5	16,6	11,1	3,6	—1,3	9,8
Vaslui	—4,5	—1,1	2,9	8,9	15,5	19,1	21,2	20,5	15,8	10,3	3,1	—1,2	9,2
Jasi	—3,9	—0,7	3,3	9,5	16,1	19,4	21,5	20,9	16,2	10,6	3,3	—0,7	9,6
Botosani	—4,6	—1,4	2,1	8,2	14,9	18,1	20,8	19,6	14,9	9,5	2,2	—1,9	8,5
Dorohoi	—4,9	—1,9	1,9	7,9	14,7	17,9	19,8	19,0	14,4	9,0	1,0	2,1	8,1

Hieraus ergibt sich für das Tschernosemgebiet ein Jahresmittel, das von Süden nach Norden abnimmt und zwischen 8,1° und 11,5° C variiert.

Die Amplitude in der Temperatur beträgt im Norden 66° C, im Süden 62° C, deren obere Grenze durch das Jahresmaximum 38,2°, die unterste durch das Jahresminimum — 23,8° gegeben ist.

Aus der obigen Tabelle entnehmen wir, daß der kälteste Monat der Januar ist; ihm nähert sich in der Durchschnittstemperatur und Amplitude der Dezember. Allmählich steigt die Temperatur im Februar und März, um dann progressiv den Kulminationspunkt im Juli zu erreichen. Die mittlere Temperatur der Vegetationsmonate Mai, Juni und Juli beträgt im Durchschnitt etwa 19° C, im Maximo 32° C und im Minimo 14° C.

Wenn auch die mittlere Apriltemperatur 8°—11,8° C beträgt, so zeigt das Minimum desselben Monats von — 3 3° bis 0,6° C und dasjenige des Monats Mai von 1,8° bis 5,4° C, daß frostige Rückschläge das Wachstum der im Frühjahr erwachsenen Vegetation ernstlich bedrohen. Frostschäden

gehören daher nicht zu den Seltenheiten. Vom Monat Juli ab sinkt die Temperatur, erst wenig im August, bedeutend aber in den Herbstmonaten. Die Temperaturdifferenz, die zwischen dem Oktober und dem November herrscht, indem oft ganz plötzlich die Wärme von 11 bis 12° C auf 3 bis 4° C herabgeht, läßt erkennen, daß Fröste im Herbst keine außergewöhnliche Erscheinung sind; diese treten vornehmlich im Oktober und November auf.

Beachtenswert erscheint auch die Unregelmäßigkeit der Temperaturverhältnisse im Januar. Diese Tatsache des Wechselns, Umschlags und eigentümlichen Variierens der Temperatur ist den Wintersaaten gefährlich und bildet die Ursache ihres Auswinterns. Denn mit dem Wechsel der Temperatur geht eine Veränderung des Bodenvolumens Hand in Hand und, da die Membranen der feinen Wurzelhaare mit den Erdbodenteilchen aufs engste verwachsen sind, so bewirkt nämlich die Veränderung des Bodenvolumens eine Verschiebung der Bodenmasse, ein Zerreißen dieser für die Nährstoffaufnahme der Pflanze wichtigen Organe. Wenn auch die Pflanze in den Wintermonaten im Zustande der Ruhe verharren und die einzelnen physiologischen Prozesse unterbrochen oder reduziert sind, so wird doch später, zu Beginn der Vegetationsperiode, ihr Dasein gefährdet oder zumindest die Nährstoffaufnahme erschwert.

Zu bemerken ist ferner, daß die Temperaturdifferenzierung zwischen Tag und Nacht im rumänischen Steppengebiet beträchtlich ist. Die Werte für Jahreswärme beschreiben hier eine Temperaturkurve, deren Kulminationspunkt in den Monat Juli fällt, deren ansteigender und absteigender Ast sich aber sehr steil gestaltet.

Demzufolge ist die Vegetationsperiode sehr kurz. Nehmen wir mit 3 bis 4,5° C das Minimum der Keimungstemperatur bei Weizen und Gerste, mit 4 bis 5° C jenes des Hafers an, so dauert ihre Vegetationszeit in Rumänien von Mitte April bis Ende Juli, bei Hafer bis Anfang August. Dieses entspricht bei der Gerste einer Lebensdauer von 94,

beim Hafer, der füher angebaut und später geerntet wird, je nach der Sorte von 95 bis 105 Tagen. Fast übereinstimmend mit der Gerste ist die Sommervegetationszeit des Winterweizens.

Bedingt nun das Klima eine Einschränkung der Vegetationszeit, so tritt uns andererseits die Tatsache entgegen, daß gerade die Gramineen als Steppenpflanzen ihre bevorzugte Stätte in dieser Region haben. Sie sind durch Anpassung befähigt, in ihren physiologischen Funktionen dem Klima vollkommen zu entsprechen.

Die geringe Wärme des Monats März hat ein späteres Erwachen der Vegetation im Frühjahr zur Folge, während der Juli mit seinem hohen Temperaturmaximum die Intensität der physiologischen Prozesse herabestzt und das Absterben der Flora beschleunigt. Der Winter tritt relativ zeitig ein, so daß die Ruheperiode verlängert wird. Seine niedrige Temperatur verhindert die Verwesung organischer Stoffe, die sich im Boden umso mehr ansammeln, je niedriger die Temperatur des Winters und je länger die Dauer derselben ist.

Wenn nun einerseits die Anhäufung des Humus durch die langdauernde, tiefe Temperatur des Winters bewirkt wird, so ist sie andererseits im Sommer ein Produkt der geringen sowie durch örtliche Verhältnisse herabgeminderten Niederschlagsmenge.

Über die Niederschlagsverhältnisse des rumänischen Tschernosemgebietes und deren Verteilung unterrichtet die Tabelle III.

Danach betrug die jährliche Niederschlagsmenge im Durchschnitt der Jahre 1890 bis 1910 im Schwarzerdegebiet 400 bis 542 mm.

Auf Grund dieser Angaben gelangt man zu der Überzeugung, daß die Niederschlagsverhältnisse hier für das Wachstum und die Entwicklung der Vegtation weniger ihrer Quantität, mehr dagegen ihrer Verteilung nach als günstig zu bezeichnen sind. Insbesondere verdient die

Tatsache hervorgehoben zu werden, daß die vier Vegetationsmonate die regenreichsten sind; auf diese entfällt 45—53%, also ungefähr die Hälfte des jährlichen Niederschlags.

Tabelle III.

Atmosphärische Niederschläge. Dekade 1890—1910.

Stationen	Breite	Höhe ü. d. M.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Im ganzen Jahr
Constantza	44°14′	36	37	32	32	28	33	37	**41**	27	29	28	32	37	393
T. Magurele	43°45′	40	28	34	36	35	50	**63**	46	37	25	41	35	32	462
Heresti	44°10′	50	22	21	34	34	50	**79**	50	44	25	34	35	29	457
Armasesti	44°45′	70	27	26	33	30	42	**80**	47	37	40	34	32	34	462
Buzau	45°9′	105	27	28	38	46	58	**85**	53	45	32	34	26	41	513
Braila	45°16′	28	25	23	32	33	44	**60**	38	32	28	27	26	30	398
Foscani	45°41′	60	31	27	40	48	51	**80**	46	40	35	37	30	42	507
Tecucin	45°49′	40	37	32	38	43	52	**74**	49	40	36	37	34	38	510
Barlad	46°15′	76	27	19	34	31	48	**62**	42	43	36	33	27	26	428
Vasluiu	46°34′	120	39	30	42	47	62	**88**	50	38	36	41	35	34	542
Sasi	47°10′	100	24	26	39	45	52	**76**	54	46	40	35	26	26	489
Botosani	47°51′	180	25	21	33	49	69	**90**	70	47	47	42	25	22	540
Husi	46°42′	105	30	25	38	38	52	**79**	61	36	34	34	35	30	492
Dorohoi	47°59′	172	24	18	32	48	66	**98**	73	48	43	36	25	23	534

Nicht überraschend wirkt ferner die Tatsache, daß die größten monatlichen Niederschlagsmengen mit den heißesten Monaten zusammenfallen, in welchen die Transpiration der Pflanzenwelt und des Bodens am intensivsten vor sich geht. Das Maximum der Niederschläge fällt auf den Monat Juni, das Maximum auf den Februar. Daß die Wintermonate die prozentisch geringste Niederschlagsmenge aufweisen, entspricht vollkommen dem Charakter des Steppenklimas. Demnach kann man die Niederschlagsverhältnisse des rumänischen Tschernosemgebietes, der Temperatur analog, dahin formulieren, daß sie eine Kurve beschreiben, deren Scheitelpunkt der Monat Juni einnimmt und deren Arme ziemlich steil abfallen.

Ziehen wir die jährlichen Niederschlagsmengen anderer Punkte der Schwarzerderegion zum Vergleich heran, so ergibt sich, daß die des rumänischen gleich denen des südwestlichen Tschernosemgebietes Rußlands sind. Für die verschiedenen Teile dieses Gebietes schwanken die jährlichen Niederschlagsmengen zwischen 300 und 550 mm, wobei sie im allgemeinen von Westen nach Osten abnehmen. Hier, wie auch in Rumänien entfällt die überwiegende Niederschlagsmenge auf den Sommer, die geringste auf den Winter. Hierher gehört zunächst die Erscheinung der Platzregen. Diese treten lokal, mit großer Gewalt auf, in steter Begleitung elektrischer Entladungen. Nun erfordern aber die Cerealien nicht einen plötzlichen, heftigen, sondern einen geringeren, aber häufigeren Niederschlag. Der Grund liegt einmal darin, daß die Gramineen als Steppengewächse einen größeren Konzentrationsgrad der Bodenlösung bevorzugen, daß sie ferner ihrem ganzen xerophilen Habitus nach, weniger Wasser brauchen und verdunsten und daß endlich die mechanische Wucht der Platzregen auf die Entwicklung der Pflanze unmittelbar einen schädlichen Einfluß ausübt.

Berücksichtigen wir die Anzahl der Regentage, d. h. die Tage, an denen die Niederschlagsmengen mindestens 1 mm betragen, so sehen wir, daß die relativ meisten auf die Hauptvegetationsmonate Mai und Juni fallen, wie aus der nachfolgenden Tabelle IV ersichtlich ist.

Die relative Feuchtigkeit der Atmosphäre im rumänischen Tschernosemgebiet hat ein Maximum im Winter und zwei ausgeprägte Minima, Mitte Frühling gewöhnlich im April und Ende Sommer (August). Diese Minima sind durch das Dazwischenfallen eines nicht stark ausgeprägten Maximums im Mai-Juni, infolge der reichlichen Niederschläge in dieser Jahresperiode, hervorgerufen. Wie aus der Tabelle V hervorgeht, beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 69—82% im Jahre; im Sommer aber nur 59—72%; am trockensten ist der August, indem die relative Feuchtig-

keit bis 56% sinkt. Anschließend ist zu bemerken, daß dieser klimaktische Faktor oft die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden besonders zutreffend charakterisiert.

Tabelle IV.

Regentage (Niederschlagsmengen > 1 mm) für 1893–1910.

Stationen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Im ganzen Jahr
Constantza	4	5	6	4	5	6	4	4	3	4	4	5	54
T. Magurele	5	7	7	7	7	7	6	4	4	5	6	6	71
Heresti	4	4	5	6	8	9	6	4	4	4	5	5	64
Armasesti	5	4	5	4	7	9	5	4	4	3	4	5	59
Buzau	4	5	6	7	8	10	6	5	4	5	4	6	70
Braila	5	5	6	5	6	8	5	4	4	4	4	4	60
Foscani	5	5	7	5	8	9	6	5	5	5	5	5	70
Vaslui	7	4	7	6	9	9	7	7	5	6	5	6	78
Jasi	5	4	7	6	7	8	7	6	5	6	4	4	69
Botosani	5	5	6	7	10	11	7	6	5	8	5	5	80
Dorohoi	6	4	7	8	10	11	9	7	6	10	6	6	90

Tabelle V.

Relative Feuchtigkeit in % für die Jahre 1895 bis 1910.

Stationen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Im ganzen Jahr
Constantza	88	85	84	80	79	77	76	75	80	85	87	88	82
T. Magurele	87	84	76	66	66	66	63	57	69	79	83	88	74
Heresti	86	82	77	68	69	68	63	63	68	77	81	88	74
Armasesti	83	81	75	64	64	66	62	59	67	75	81	88	72
Buzau	84	81	76	63	62	61	56	56	62	72	76	83	69
Braila	96	94	89	77	75	76	77	74	81	92	97	98	85
Foscani	81	78	75	61	61	62	58	57	63	74	79	84	69
Vaslui	86	82	79	66	64	65	60	59	66	76	81	88	73
Jasi	81	78	76	67	68	69	67	65	68	78	79	83	75
Botosani	78	75	74	61	59	61	60	61	65	73	76	80	69
Dorohoi	82	79	79	66	65	69	67	66	71	78	82	83	74

Außer der Vegetation sind es die Luftströmungen, die die Feuchtigkeit und zugleich auch die Temperatur der Atmosphäre beeinflussen und somit eine beständige Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit bewirken. In dieser Hinsicht ist das rumänische Tschernosemgebiet von zwei Cyklonserien angehörenden Luftströmungen heimgesucht; im Frühling kommen die Cyklone vom Norden oder Nord-Westen über Banat und Siebenbürgen, im Herbst hingegen vom Süden über die Balkanhalbinsel. Wenn wir uns die Variation in den Luftströmungen vergegenwärtigen, die durch diese Cyklone hervorgerufen wird, ferner die Art und Richtungen der herrschenden Winde, so können wir uns die klimatischen Charaktere des rumänischen Schwarzerdegebiets erklären. Die häufigsten Winde sind der Nordostwind Crivatzul und der W.S.W.-Wind und West-Wind Austrul, die alle sehr kalt und trocken sind. Im Frühling (April-Mai) weht aber öfter der S.O.- und S.O.O.-Wind Baltaretzul, die zwei anderen mildern sich. Diese feuchtwarmen Winde verursachen und erklären die relativ hohe Temperatur des Mai, obwohl die Niederschläge in diesem Monat groß sind; der Austrul dagegen die große Temperaturabnahme des Monats September. Alle diese Luftströmungen bewirken eine niedrige relative Feuchtigkeit der Atmosphäre im Schwarzerdegebiet, die als einer der wichtigsten Faktoren für die Bildung und Umwandlung des Bodens zu betrachten ist.

Tatsache ist es, daß ihre Antagonisten, die N.W.-Winde, vorherrschen; indessen ist es doch dem im ganzen Jahre überwiegenden S.O.-Winde zuzuschreiben, daß die Winterniederschläge denen des Sommers nachstehen. Im Sommer überwiegen die okzidentalen, regenreichen Winde, die sich auf den exponierten Höhen der Moldavischen Platte abkühlen und reichen Niederschlag erzeugen. Die trockenen S.O.-Winde üben eine nicht zu unterschätzende Wirkung aus. Sie treten vornehmlich in den Monaten April, Mai und Anfang Juni auf, also in einer Zeit, wo die treibende Vege-

tation zum Transport der Nährstoffe und Bodensalze und zur Umbildung und Ablagerung der organischen Substanz (Stärke, Zucker, Proteinstoffe usw.) großer Wassermengen bedarf. Da der Boden in dieser ersten Vegetationszeit noch unbestanden oder von einem zarten und jungen Pflanzenwuchs bedeckt ist, ist er um so intensiver dem austrocknenden Einflusse der Luftströmung ausgesetzt, so daß die günstige Verteilung der Niederschläge auf die Vegetationsmonate illusorisch ist und von mannigfachen Umständen direkt aufgehoben wird.

Zum Schlusse der Betrachtung der Klimaverhältnisse sei auf den Zustand der Bewölkung hingewiesen. Insbesondere ist der starke Sonnenschein der Monate Juni, Juli und August hervorzuheben, welcher die Chlorophyllbildung, die Stärke und Zuckerspeicherung intensiver gestaltet.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß das Klima des rumänischen Schwarzerdegebiets einen ausgeprägt kontinentalen Charakter besitzt.

Das Relief.

Unter den Faktoren, die die Bildung von Tschernosemböden bestimmen, kommt dem Relief eine wesentliche Rolle zu. Es ist klar, daß der Einfluß des Reliefs sich dann am ausgeprägtesten äußert, wenn die Gesamtheit aller übrigen Faktoren der Bodenbildung die Entstehung anderer naher Bodentypen leicht zuläßt. Dies trifft z. B. in Distrikten der Moldavischen Platte zu, wo der Tschernosem beständig mit Inseln und Halbinseln von Waldböden abwechelt, oder im Süden der Walachei und Dobrudscha, wo die Tschernosemböden häufig von Kastanienböden abgelöst werden.

Günstige Vorbedingungen für die Entstehung von Tschernosem sind auf Ebenen und zweitens auf gleichmäßig, sehr schwach geneigten Flächen gegeben.

Des verschiedenen Charakters des Reliefs in dem Tschernosemgebiet der Walachei und Moldau wegen, muß man es separat behandeln.

In dem Tschernosemgebiet der Walachei kann man inbetreff des Reliefs drei Zonen, die sich vom Westen nach O.N.O. dahinziehen, unterscheiden. Da diese drei Zonen im gewissen Grade nicht nur dem Relief nach, sondern auch in ihren klimatischen Verhältnissen, weniger in geologischer Hinsicht, Unterschiede aufweisen, so wird die Lösung der Frage, in welchem Maße die Form des Reliefs dieser drei hier abzugrenzenden Gebiete auf ihre Bodendecke eingewirkt hat, bedeutend erschwert.

Die erste Zone ist die Waldsteppenzone, die sich längs dem Hügellande hinzieht und an feuchteres Klima gebunden ist. Sie ist in der Walachei stark reduziert und wird als ein schmäleres oder breiteres (20—25 km) Band längs der Hügel in den Distrikten Prahova, Buzeu und R. Sarat in einer Ausdehnung von etwa 120 km angetroffen. Charakteristisch für diese Zone ist ihr relativ schwach gewelltes Relief mit verhältnismäßig kleinen, ebenen oder schmal geneigten Flächen, die oft von ziemlich tiefen, schluchtartigen Ver-

tiefungen durchschnitten sind. Von den Muttergesteinen spielen hier die wesentlichste Rolle neben Löß die Moränen-Lehme und -Tone.

Die zweite Zone ist durch die „Große rumänische Ebene" gebildet, die sich von Westen nach Osten, südlich der ersteren, erstreckt. In der Klein-Walachei ist sie schmal, verbreitert sich jedoch in der Walachei und weist die charakteristischen Steppen, Burnas im Westen in den Distrikten Vlasca, Teleorman und ein Teil des Romanatzi und die viel größere Steppe Baragan im Osten in den Distrikten Jalomitza, Braila, R. Sarat und Buzeu auf.

Zwischen den zwei Steppen im Osten und Westen findet sich eine Waldboden-(Braunerde)-zone, die sich 30—40 km der Donau nähert und bis in die Klein-Walachei hinzieht. Sie bildete in den früheren Zeiten ebenfalls eine Steppe, hat sich jedoch infolge der veränderten Klima- und Vegetationsverhältnisse in eine Waldbodensteppe umgewandelt. Beweise einer vormaligen Steppe sind die sich noch heute vorfindenden Depressionen (der Steppe charakteristisch), die Wohnungslöcher der Steppentiere u. a.

Das Relief der rumänischen Ebene ist schwach onduliert und weist eine unmerkliche Neigung nach Süden oder Süd-Westen bis in die Nähe der Donau auf, wo sie plötzlich auf 30—40 m ü. M. sinkt. Die linksseitigen Ufergelände sind stets in sanfter Neigung, allmählich ansteigend, während sich die rechten dagegen steil und abschüssig gestalten.

Auch in der Bukarester Region bieten die Ufer der Flüsse Dambovitza, Arges u. a. dieselbe Konfiguration, die zwei wichtigen Ursachen zuzuschreiben ist, nämlich: dem konstanten Einfluß der rotierenden Bewegung der Erde und der Wirkung der herrschenden Winde von N.O. Nach O. und N.O. dehnt sich die große Steppe Baragan aus, die sich über den südlichen Teil der Moldau mit der russischen Steppe Burg in Bessarabien verbindet. Der Baragan besteht in seiner Ausdehnung aus vier nebeneinander liegenden Ebenen: Jalomitza, Calmatzoi, Ramnic

und Braila, die durch die Flüsse Monistea, Jalomitza, Calmatzoi, Buzeu und Ramnic begrenzt sind. Alle diese Ebenen haben ein ähnliches Relief. Im nördlichen Teil sind sie höher, mit am nördlichen Flußtal schrägen Rand, in der Mitte weisen sie ein fast ebenes, der Steppe typisches Relief auf, im Süden dagegen niedriger und ziehen sich in unmerklicher Neigung nach dem sie im Süden angrenzenden Flußtal. Die Ebenen weisen auch im östlichen Teil ein höheres Relief auf, insbesondere die Ebene Jalomitza mit dem Plateau-Hagieni (90 m ü. M.) und die Ebene Calmatzoi. Diese Erhöhungen im nördlichen oder südlichen oder S.O.-Teil der Ebenen sind den sandigen Anhäufungen zuzuschreiben, die aus den umliegenden Tälern und Seen durch die beständigen N.- und O.-Winde herausgeweht und hier abgelagert wurden. In der rumänischen Ebene finden sich hier und da kleine Depressionen, in denen sich Wasserlachen sammeln, insbesondere nach den reichen Frühjahrsregen. Im N. und O. der vier obengenannten Ebenen sind große Ondulationen, hier und da sogar Landeinschnitte zu verzeichnen; im mittleren Teil weisen sie Mulden, Schluchten, Steppenvertiefungen (Steppentrichter) dolii oder crovuri genannt, auf, deren Genesis eine verschiedenartige ist. Sie sind insbesondere den prälössischen Depressionen, wie auch der Erosion der Erdoberfläche durch Wasser zuzuschreiben. In der Ebene Calmatzoi befinden sich kleine Schluchten und Steppenvertiefungen, die durch Spaltungen entstanden sind; während die nördlichen und östlichen Ondulationen wirkliche prähistorische Dünen sind. Diese wurden durch eine Schicht von sandigem Löß und Pflanzenerde fixiert. Zu Hagieni, Giormaneasa, Larga, Rusestu, Suditi und Tandarei sind noch aktuelle Dünen anzutreffen. Über die ganzen Ebenen sind zahlreiche Hügelchen zerstreut; an denen aus der Sandzone kann man deutlich die Tätigkeit des Windes beobachten, denn sie weisen in der Windrichtung eine Verlängerung auf.

Längs des Randes der Ebene Jalomitza, nach der

Donau und Mosistlea zu, an manchen Nebentälern des Flußtales Jalomitza und an den Tälern Jenca und Buzeu konstatiert man Bänke, tapsanuri genannt, oder eigentliche Terrassen. Interessanter sind jedoch die Donauterrassen, die nur westlich von Calarasi deutlich auftreten; hier sind deren drei zu zählen, an anderen Stellen ist jedoch die eine (obere) oder die andere (mittlere) vollständig weggespült. Von Socariciu nach N.O. bis Cegani nördlich von Fetesti sind alle Terrassen stark erodiert, so daß die Ebene Baragan steil (in Falese) ins Donautal abfällt. Nordwärts von Cegani bis zum Jalomitzelul haben wir nur die zwei oberen Terrassen, im Norden desselben an der Ebene Calmatzoi bleibt nur eine; jedoch in der Ebene Braila, außer den Tälern Janca und Buzau, die je eine Terrasse aufweisen, finden wir keine deutlichen Terrassen.

In den breiten Tälern Jalomitza und Braila sind Reste einer oder der anderen der Terrassen, Pochine, gradiste oder grinduri genannt; solche sind auch in den Tälern Jalomitza, Calmatzoi und Buzan als Reste der erodierten Felder zu beobachten. Bei der Betrachtung der Terrassen und pochine im Vergleich mit dem Relief (Niveau) der Flußtäler und Donauseen zeigt sich, daß sie eine Alluvionierung erlitten haben, wie es sich auch aus der Bodenart feststellen läßt.

In Bezug auf Relief können wir das Tschernosemgebiet der Moldau (Moldavische Platte) ebenfalls in drei Zonen einteilen, nämlich die südliche, die mittlere und die nördliche Zone.

Die erste Region, südlich einer Linie, die sich annähernd durch die Orte Nicoresti, Dragusani und Rogojeni (Covurlui) hinzieht, gehört eher der Ebene an und ist als eine Fortsetzung der Ebenen aus der östlichen Walachei anzusehen. Sie weist Höhen bis 200 m ü. M. auf, die meisten Hügel jedoch variieren zwischen 50—100 m ü. M.

Die mittlere und zugleich am höchsten liegende Region erstreckt sich nach Norden bis zu dem Flußtal Bahlui und

umfaßt die Distrikte Tutova, Falciu, Vaslui und Teile der Distrikte Jasi und Tecuciu. Sie weist hohe Hügel auf und die zusammenhängenden, ausgedehnten Plateaus sind von wenig tiefen Tälern durchschnitten. Der morphologische Charakter dieser Region ist der geologischen Beschaffenheit zuzuschreiben. Die kompakten Sandsteine der oberen Schichten der Hügel gestalten die Erosion durch Wasser schwerer und bewahren besser die ursprüngliche Höhenlage. In der Tat sind hier die größten Höhen der Moldavischen Platte zu verzeichnen. Hier, wie auch in der nördlichen Zone sind die Höhen längs des Flusses Siret am größten und halten sich in mindestens 200 m Höhe bis in die Ebene Pruth. Was die Vegetation anbetrifft, so ist zu erwähnen, daß sich infolge der Art des Untergrundes in dieser Zone die größten Wälder befinden, während in der nördlichen Region, wo die sarmatischen Tone durch Erosion bloßgelegt wurden, dieselben vollständig fehlen.

Die nördliche Region beginnt am Pruth und erstreckt sich bis zum Flußtale Bahlui. Sie weist größere Höhen im Westen und N.W. auf, da sie hier von den Nebenflüssen des Pruth stark erodiert ist. In der Mitte variieren die Höhenlagen zwischen 200—300 m ü. M., um in der Nähe des Flusses Pruth auf 150 m zu sinken. Diese Region bildet die „nordmoldavische Steppe".

Obwohl das Moldavische Tschernosemgebiet gegenwärtig einen hügeligen Charakter besitzt, sind diese Hügel jedoch nichts weiter als die Modellierung und Umgestaltung durch die Flußsysteme, die es nach allen Richtungen durchfurchen. Cobalcescu hat als erster die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, daß das Relief der Moldau ursprünglich eine ausgedehnte Platte (Plateau) gewesen sein muß, indem die horizontalen Schichten, wie sie von dem sarmatischen und pontischen Binnenmeere abgelagert wurden, sich in einer Höhe größer wie 600 m befanden, wie uns die höheren Gipfel, die wenig erodiert wurden, zeigen. Die quartären Gewässer bahnten sich infolge der ursprünglichen sanften

Neigung, die wahrscheinlich der Neigung der paleogänischen Unterlage zuzuschreiben ist, den Weg nach Südosten, schnitten die wenig tiefen Täler ein, so daß die Platte in Hügel mit Plateaucharakter und schwach gewölbten Oberflächen, mit dem nördlichen Rand aber steil, eingeteilt wurde. Viele von diesen Hügeln haben bis heute den Charakter von kleinen, typischen Plateaus bewahrt, so z. B. die Hügel, die zu Repedea anfangen und sich über Poeni bis in die Nähe von Vaslui hinziehen. Bei Scheia im Distrikt Vaslui weisen die Hügel Muncel eine Plankonfiguration in einer Höhe von 366 m auf, deren Seiten jedoch alle sehr steil abfallend sind.

Die Niveauunterschiede zwischen den Resten des alten Plateaus sind, wie wir oben erwähnten, der Erosion der Gewässer zuzuschreiben. Insbesondere die südliche Region des Moldavischen Schwarzerdegebiets, wo die Flüsse Siret und Barlad münden und beide sich dem Fluß Pruth nähern, ist vollständig erodiert und das ursprüngliche Material fast insgesamt weggespült, ist durch quartäre Ablagerungen, Löß und Sand ersetzt worden. Wichtig zu erwähnen ist die orographische Änderung im Nordosten des Tschernosemgebiets, durch das Vorkommen des sarmatischen Kalkars verursacht, welches sich von Galizien über Bessarabien bis in die Moldau hinstreckt und als Beweis für die Ähnlichkeit in der geologischen Beschaffenheit dieser beiden Gebiete anzusehen ist. Auf den wenig hohen Hügeln ragen weiße Kalksteine (als Überreste) aus der Pflanzenerde oder dem quartären Löß heraus, so wie auch die karpathischen Klippen sich aus der kretazischen Decke, die um sie gelagert ist, emporheben. Der orographische Name „Klippe" könnte auch auf die sarmatischen Kalkare angewendet werden. In ihrer Gefolgschaft treffen wir stets auf steilabfallende Felswände, festgesetzte Felsblöcke, kleine Höhlen, unbedeckte oder mit einer spärlichen, aber wichtigen Vegetation bedeckte Flächen, die dieser Region das ihr eigene Gepräge geben.

Als eine morphologische Variation können auch die Sandanhäufungen im Sirettal angesehen werden, denen Gr. Stefanescu[1]) den anspruchsvollen Namen Dünen gegeben hat. In der Tat erstreckt sich zwischen Jvesti und Hanul Konachi auf einer Entfernung von über 30 km ein schmales Band von freiem losen Sand, dem der Wind an manchen Stellen eine ondulierte Gestaltung gegeben hat. Die höchsten Sandhügelchen oder Sandwellen beobachten wir hinter dem Bahnhof Hanul-Konachi, wo sie 4—5 m betragen; ihr westlicher Teil weist eine Neigung von 35 bis 40 m Länge auf, während der östliche Teil steil abfällt, ein Beweis dafür, daß sie aus dem Sirettal durch Wind transportiert wurden. Außer dieser gibt es noch Sandstreifen parallel den Flüssen Barlad und Pruth. Die von den Flüssen mitgeschleppten und hier abgelagerten Sandmassen sind von Winden auf kleinere oder größere Entfernungen verweht und bildeten Sandflächen und Sandflötze, die an diejenigen des Meeres erinnern. Dieser Transport des Sandes dürfte zu der Zeit, wo die heutigen Wälder an den Flußufern nicht existierten, in viel größerem Grade wie heute stattgefunden haben. Die an vielen Stellen beobachtete Tatsache, daß einzelstehende Bäume, deren Wurzeln durch Sand bedeckt waren, fast entwurzelt sich kaum in dem schwachen Terrain erhalten können, in Verbindung mit der Beobachtung, daß die Sandhügelchen sich — allerdings wenig — durch neue Transporte vergrößern, spricht für eine noch heute sich vollziehende Verwehung des Sandes. Da die zahlreichen Pflanzen durch ihre langen und verzweigten Wurzeln eine Fortschleppung des Sandes stark verhindern, so erfolgt diese heute nur sehr schwach.

Die Plankonfiguration, die für das angrenzende russische Schwarzerdegebiet charakteristisch ist, ist auch hier strenge bewahrt; ein Hügelzug wechselt nicht etwa schroff, mit Tälern ab, vielmehr erstreckt sich der Übergang auf

[1]) Gr. Stefanescu, Elemente der Geologie 1902, S. 46.

große horizontale Ausdehnung. Im Tschernosemgebiet der Moldau finden sich, wie auch in dem der Walachei, Terrainwellen und Steppenvertiefungen in Form von Mulden und Becken. Der Unterschied liegt in der Beschaffenheit ihres Grundes, welcher bei Mulden sich allmählich vertieft, bei Becken dagegen fast flach bleibt. Ihr Längendurchmesser schwankt zwischen 30—140 m. In diesen Vertiefungen sammelt sich das Schnee- und Regenwasser auf Kosten des umliegenden Geländes. Weiter wären die Salzgefilde und Salzseen (wie auch in Baragan), insbesondere in der nordmoldavischen Steppe, zu erwähnen. An diese intrazonaren Salzgebilde erinnern in mancher Hinsicht die obengenannten Tiefenlagen. Die Mulden und Steppentrichter (gleich den Pässen) entziehen die Feuchtigkeit dem umliegenden Terrain, setzen die Verwesung der organischen Substanz herab, so daß sie indirekt die Bildung des Tschernosems bewirken. Die Plankonfiguration, durch Mulden, Pässe usw. gestört, ist die charakteristische für die Schwarzerderegion; diese haben bei der Bildung des Tschernosems eine große Bedeutung.

Der moldavische Paß zeigt einmal eine typische Asymmetrie des Hangbaues. Der westliche Hang ist stärker abgedacht als der östliche, wobei die Richtung des Verlaufs stets meridional oder südöstlich ist. Dies erklärt uns die Tatsache, weshalb die bevorzugte Stätte der Schwarzerde die östliche bzw. südöstliche, schwach talabwärts verlaufende Lehne ist. Ferner beeinflußt der Paß, wie übrigens alle Steppenvertiefungen, die mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Lösses und der Schwarzerde. In mechanischer Hinsicht sind es die abschlämmbaren Teile, der Ton und Humus, die durch Schnee- und Regenwasser ins Tal geschwemmt werden. In physikalischer Beziehung beeinflußt der Paß die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens. Der auf Paßlehnen gelegene Boden erwärmt sich nicht so stark und gleichmäßig, wie in der Ebene, so daß die Zersetzung der organischen

Substanz hier infolge der geringeren Wärme- und Feuchtigkeitsmenge weniger intensiv verläuft. In noch höherem Grade beeinflußt der Paß die Feuchtigkeitsverhältnisse. Er wirkt auf das anliegende Terrain austrocknend, indem er der Ebene die Feuchtigkeit entzieht und somit die Zersetzung der organischen Substanz vermindert; denn erstens fließen die Gewässer der atmosphärischen Niederschläge, namentlich die des Frühjahrs, von den Lehnen herab, dann ist durch das Bodenrelief eine Vergrößerung der Verdunstungsfläche gegeben. Dazu kommen noch die starken Winde, die die Verdunstung fördern und den Verwesungsprozeß schwächen. Die Paßbildung, ein charakteristisches Merkmal der rumänischen Tschernosemregion, ist somit für die Entstehung der Schwarzerde, insbesondere durch die Verminderung des Feuchtigkeitsgehaltes im Muttergestein von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die Feinkörnigkeit des Lösses bildet durch seine Kapillarität ein weiteres, die Verdunstung begünstigendes Moment. So kommt es auch, daß die lößmächtigeren, stärker ausgedehnten östlichen, resp. südöstlichen Lehnen eine größere Mächtigkeit der Schwarzerdeschicht als die steilen, der Abschwemmung leicht zugänglichen, westlichen Böschungen aufweisen. Die mächtigste Tschernosemschicht zeigen jedoch die tiefsten Punkte der Pässe und Steppenvertiefungen, dies ist mit Bestimmtheit ein Produkt des Abschwemmungsprozesses. Hier erreicht die Mächtigkeit 1,5—2 m und mehr, während die Schwarzerde der Hügel eine bedeutend kleinere Dicke von kaum 1 m aufweist. Dazu kommt noch, daß in den feuchten Senkungen, Vertiefungen und Tälern eine üppige xerophile Vegetation sich entfaltete, die jedoch in dem ariden Klima nicht zur Moorbildung führen konnte.

Die Gesamtheit der Reliefverhältnisse ist dazu angetan, die Feuchtigkeitsmenge, welche den atmospärischen Niederschlägen entstammt, ungleichmäßig auf das Land zu verteilen, an einigen Stellen desselben den Feuchtigkeitsgrad des Bodens herabzusetzen und so indirekt zur Bildung der

Schwarzerde beizutragen, an anderen dagegen ein Übermaß davon zu erzeugen wie in den Taleinschnitten, wo der Wald erscheint. Der letztere tritt um so mehr auf, je durchschnittener das Terrain ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die heutige Verteilung der Vegetationsformation mit den morphologischen Reliefverhältnissen im Zusammenhang steht. Die Tschernosemböden sind vorwiegend an breite, ebene Abhänge gebunden, die zu den Tälern sanft abfallen, ferner, jedoch seltener, nehmen sie auch flache Wasserscheiden ein, aber gewöhnlich nur dann, wenn letztere relativ schwach von Schluchten durchschnitten und folglich schwach drainiert sind; die steilen Abhänge dagegen, die hohen und stark zergliederten Wasserscheiden, oft auch ebenere Höhenrücken, sind von unter Wäldern entstandenen Böden bedeckt.

Ein für die Entstehung der Schwarzerde in Rumänien wichtiges Moment ist auch die hydrologische Beschaffenheit. Die zahlreichen Talerosionen, Pässe, Mulden usw. vereinigen zu kleinen Bächen nicht nur die atmosphärischen, den höher gelegenen Flächen entzogenen Niederschlagsmengen, sondern auch, infolge ihrer tiefen Lage und stets vorhandenen Gefälles, das Grundwasser. Die Bäche vereinigen sich zu kleinen primären Nebenflüssen, die in größere sekundäre Siret, Pruth, R. Sarat, Buzeu, Jalomitza, Dambovitza, Olt u. a. münden. Dadurch werden dem Tschernosemgebiet ungeheure Wassermengen entzogen und die nächste Folge davon ist eine Senkung des Grundwasserstandes. So kommen wir zu dem Schluß, daß die Schwarzerde nur dort zur Bildung gelangen konnte, wo eine Entwässerung des Gebietes in diesem Sinne stattgefunden hat.

Die Muttergesteine.

Die Tschernosemböden bilden sich auf relativ verschiedenartigen, vorzugsweise jedoch auf feinerdigen und nur in seltenen Fällen auf stark sandigen Gesteinen. In Rumänien ist der Tschernosem hauptsächlich auf Löß (einem

feinerdigen, karbonatreichen Gestein) entstanden. Dieser dient der Schwarzerde als Muttergestein in dem ausgedehnten Streifen der Baraganssteppe,[1]) in den Südteilen der Distrikte Ilfov, Vlasca und Teleorman, auf den unteren Terrassen der Flüsse Donau und Arges, in der Steppe Burnas und in der etwa 40 km breiten Ebene zwischen den Flüssen Vedea und Olt. In der Moldau findet sich der Löß als Muttergestein der Schwarzerde in der Süd-Moldau, in den Distrikten Tecuciu und Covurlui, dann in den breiten Tälern und Ebenen der Flüsse Siret, Barlad, Pruth und schließlich in der nordmoldavischen Steppe in den Distrikten Botosani und Dorohoi. Außer Löß sind als Muttergesteine. wenn auch in beschränktem Maße, in der Walachei Altalluvium: Sande im östlichen Baragan längs des Donaukanals Borcea und des Jalomitza, und Moränenablagerungen (Tone und Sandtone) in den mittleren Teilen der Distrikte Ilfov, Vlasca, Teleorman und im Süd-Olt zu erwähnen. In der Moldau dagegen sind alluvionärer Mergel in dem unteren Flußtal Siret, dann levantische Sande, sarmatische Mergel und Tone in der nordöstlichen Moldau, anzutreffen.

Der Löß des rumänischen Schwarzerdegebietes stellt in der Regel ein rotgelbes, im ganzen ungeschichtetes, poröses, stein- und grobsandloses Gestein dar. Petrographisch besteht er hauptsächlich aus Quarzsand, weniger aus Glimmer und Feldspat und anderen akzessorischen Mineralien. Die feinen Quarzkörner sind fast immer von einer dünnen Hülle von Kalziumkarbonat umgeben, welches auch in Form feiner Äderchen in den Spalten und Poren des Lösses, oft auch in Gestalt schwarzer Röhrchen in den obersten Lößschichten erscheint. Die schwarzen Röhrchen sind nichts weiter als Spuren vegetativer Organe der früheren, üppigen Steppenflora. Diese wurde von äolitischen Lößniederschlägen verschüttet, auf denen sich infolge des außerordentlichen Nährstoffreichtums des schon stark

[1]) Murgoci, Raport asupra lucrarilor Sectiunei. Agrogeologie 1907. S. 6.

zersetzten Lößmaterials eine frische Steppenvegetation entfaltete. Die Feinkörnigkeit des Gesteins sicherte ihr die nötige Feuchtigkeit infolge der starken Kapillarität und des großen Kondensationsvermögens des Lösses. Außerdem ist die Steppenvegetation in ihren Ansprüchen an Feuchtigkeit sehr bescheiden.

Die Entstehung dieses für die Tschernosembildung in Rumänien so wichtigen Gesteins ist in der Quartärepoche[1]) zu suchen. Die aus den Karpathen herabströmenden Flüsse führten Sand- und Mineralstaub mit, welcher nach Ablaufen des Hochwassers in den ausgetrockneten Teilen der Flußbetten zurückblieb, wogegen der Ton weitergeführt wurde. Unmittelbar nach dem Hochwasser wurde das Klima sehr arid, so daß die Dürre die Entwicklung einer Vegetationsdecke auf den frisch abgelagerten Schlammflächen der Flußbetten verhinderte. Der ausgetrocknete Boden wurde, da er noch relativ lose war, durch die hier vorherrschenden Ost-Nordost- und Nord-Winde hinweggetragen und über die ausgedehnten Ebenen zerstreut. Jedoch fand hierbei eine Sortierung statt: der grobe Sand, den der Wind nicht heben konnte, wurde unmittelbar am Ufer der Gewässer zu schmalen, aber hohen Dünenzügen aufgeschichtet, die feineren Sandkörner wurden emporgehoben und etwas weiter entfernt niedergesetzt und bildeten hinter den ersteren niedrigere Dünen zweiter Ordnung und Sandflächen, die allmählich in Lößsand übergehen; die feinsten Staubteilchen gingen noch entfernter nieder und bildeten den Löß. So zeigt es sich heute, daß das Ufergelände von Sandschichten bedeckt ist, deren Mächtigkeit jedoch mit der Entfernung vom Flußlauf ständig abnimmt, um dann unmerklich in Löß überzugehen. Der feine Mineralstaub (Löß) wurde vom Wind auch dazu herangezogen, die Vertiefungen der Ebene teilweise auszufüllen und die Höhen einzuebnen, und so entstanden die Lößtafeln, welche die Vordünen und die dazwischen liegenden

[1]) Murgoci, La Plaine Roumaine et la Balte du Danube. S. 231.

Senkungen überdeckten. Noch heute kann man in Rumänien die Lößbildung z. B. auf dem Plateau Hagieni, welche im Sommer stattfindet, beobachten.

Der Löß weist in der Walachei eine Mächtigkeit bis 30—35 m Tiefe auf (im Baragan ist sie am größten), und ist den tertiären Tonen oft unmittelbar aufgelagert. In der Moldau ist die Lößschicht bedeutend kleiner, erreicht an manchen Stellen bis 10 m Tiefe, kann aber, vornehmlich auf den Hügelrücken, bis auf einige Dezimeter sinken. Der Löß der Süd-Moldau wurde aus den süd-russischen Steppen verweht und hier abgelagert.[1])

Wenn auch die Gesteine, auf denen sich der Tschernosem gebildet hat, sowohl ihrem Ursprung nach als auch hinsichtlich ihrer Eigenschaften verschiedenartig sind, so beobachten wir doch am Untergrunde der Tschernosemböden, wenn wir ihn näher untersuchen, viele gemeinsame, übereinstimmende Züge. Diese sind: Reichtum des Untergrundes an Karbonaten, eine Neigung sich nach senkrechten Rissen zu zergliedern, in einiger Tiefe eine merkliche Anhäufung von Gips und schließlich eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte, feine lößartige Porosität. Dies führt zu dem Schlusse, daß die Gesteine während und durch die Tschernosembildung Änderungen unterworfen sind, und daß die obenerwähnte Gleichartigkeit der den Untergrund bildenden Gesteine als das Ergebnis des Schwarzerdebildungsprozesses anzusehen ist, dessen Einfluß auch an den Gesteinen, auf denen die Humusschichten liegen, in Erscheinung tritt. Als Beispiel dafür kann der auf Moränenton entstandene Tschernosem in der nordöstlichen Moldau angeführt werden. Dieser letztere braust nur in den oberen, unter der Humusschicht liegenden Schichten auf, wo er zugleich einen lößartigen Charakter besitzt und nach unten geht das Gestein allmählich in den unveränderten Moränenton über.

[1]) Simionescu, Geologia Moldovei dintre Siret und Pruth. S. 8.

Die Art des Muttergesteins ist für die Bildung des Tschernosems nicht bestimmend; auf Löß, Ton oder Mergel kann, je nach den Klima- und Reliefverhältnissen, ebensogut Schwarzerde, wie auch eine andere Bodenart entstehen und so ist es erklärlich, weshalb wir in Rumänien keinen engen Zusammenhang zwischen den geologischen Formationen und den Bodenzonen feststellen können. Es läßt sich nicht einmal die Tatsache kontrollieren, daß nur eine bestimmte Bodenart — in unserem Falle Schwarzerde — sich auf der Lößschicht, die das Plateau der Dobrudscha, die rumänische Ebene und Teile der moldavischen Platte bedeckt, gebildet hat. Jedoch kann man hier und da feststellen, daß die Art der Muttergesteine einen Einfluß auf die Bildung eines Bodentyps ausgeübt hat und an manchen Stellen sind die Charaktere, die vom Muttergestein herrühren, leicht ersichtlich. Beispiele dafür sind die Streifen von Flugsanden und sandigen Schwarzerden in den Flußtälern der Ebene.

Die Muttergesteine des rumänischen Tschernosems, welcher Art sie auch seien, sind stets feinerdig, d. h. infolge des extremen Temperaturwechsels stark verwitterte Gesteine.

Die Vegetation.

Die Entstehung von Tschernosemböden ist von besonderen Pflanzengemeinschaften abhängig und mit den Gräser- und Sträucher-Gräsersteppen eng verknüpft. Unter Waldbestand bilden sich diese Böden nicht, sie verlieren vielmehr unter dem Einfluß desselben allmählich die ihnen charakteristischen Eigenschaften, verändern ihre Struktur und werden humusärmer, um dann in graue Waldböden überzugehen.

Die Steppenflora, die sich bei der Bildung der Schwarzerde beteiligt hat, setzt sich in biologischer Hinsicht aus Pflanzenformen mit kurzer Entwicklungszeit zusammen, welche längere Dürreperioden und Trockenheit des Bodens

überstehen können und einen gewissen Überschuß mineralischer Salze in der Bodenlösung zu vertragen imstande sind. Unter diesen überwiegen zwei- und mehrjährige Steppengräser, wie die Stipaarten u. a. Die Zusammensetzung der Flora der Tschernosemsteppen ist durchaus nicht gleich; in allgemeinen Zügen können wir in Rumänien zwei Steppenarten unterscheiden: die Stipa-Steppen oder trockene, waldlose Steppen und die Wiesen-Steppen, die an weniger trockene Gebiete gebunden sind und wo an der Pflanzendecke des Gebiets in bedeutendem Maße auch Waldgemeinschaften, im Wechsel mit Steppen, beteiligt sind.

In der Stipa-Steppe herrschen am meisten vor und für sie am charakteristischsten sind: Stipa pennata, Stipa capillata, Stipa Lessingiana, Festuca ovina, Festuca suleata; diesen schließen sich an: Triticum cristatum, Poa bulbose, Kocleria cristata, Medicago falcata, Carex stenophylla u. a.[1])

Die Flora der Wiesensteppe ist bedeutend artenreicher; zu den oben angeführten Pflanzen, deren Zahl hier abnimmt, kommt eine ganze Reihe neuer Formen, davon sind sehr charakteristisch: Phlomis tuberosa, Aster amellus, Salvia mutans und austrica, Cambre tatarica, Onobrychis austricus, Paconia tenuifolia, Triticum ramosum, Obione postulagoides, Salsola soda, Polyenemum heufelii, Sarothamnus vulgaris, Melica altissima, Scirpus Michelianus, Kochia sedoides, Centaurea diffusa, Echinops ruthenicus und tenuifolius, Statica besseriana u. a.[2])

Die oben angeführten Angaben charakterisieren die Flora der jungfräulichen, vom Pfluge unberührten Steppe, d. h. diejenige Vegetation, die, wie wir annehmen, an der Bildung der Tschernosemböden unmittelbar teilgenommen hat. Heute sind die jungfräulichen Tschernosem-Steppen im natürlichen Zustande nicht mehr zu finden; schon vor

[1]) Crecescu, Conspectul flores Romane. Bukarest 1909.

[2]) Das Herbarium des Geologischen Instituts weist über 80 Pflanzenformen der Steppenflora auf.

langer Zeit ist ihr Steppencharakter geschwunden. Dies geschah, wie zu Beginn eines jeden Kulturlebens, durch die zunächst wilde, dann systematische Weide und Feldgraswirtschaft, wie es noch heute in den Fluren am Donauufer in Baragan und Dobrudscha zu beobachten ist. Die Steppen sind heute aufgepflügt und bilden das für den Getreidebau wichtigste Gebiet Rumäniens.

Der Einfluß der Tiere.

An der Bildung der Schwarzerde hat die Tierwelt einen nicht zu unterschätzenden Anteil. Die hier in Betracht kommenden Tiere gehören in der Hauptsache zu den Wühlern. Mit dem Bau ihrer Gänge beginnt ihre Tätigkeit. Diese äußert sich einerseits in dem Heraufbefördern des wenig veränderten Muttergesteins an die Oberfläche, andererseits im Mitschleppen von Pflanzenresten in ihre Gänge, wo sie sie verbrauchen und wodurch sie die tieferen Schichten des Bodens an organischer Substanz bereichern. Dabei bringen sie eine Vermischung der Bestandteile verschiedener Bodenschichten, sowie eine engere Vermischung der organischen mit mineralischen Stoffen zustande.

Für die rumänische Schwarzerde kommen in erster Linie die Maulwürfe, dann die Regenwürmer, die roten und die schwarzen Ameisen und die zahlreichen, sich in der Erde verpuppenden Insektenlarven in Betracht. Die Gänge der Regenwürmer, deren Zahl mit der Tiefe abnimmt, durchziehen die oberen Schichten der Tschernosemböden nach allen Richtungen. Von den kleineren Würmern führen die Gänge nur bis etwa 1 m, von den größeren dagegen beträchtlich tiefer. Mittels dieser Würmergänge dringen die Wurzeln der Steppenvegetation leicht in größere Tiefen ein. Außer der Beteiligung an der Vermischung der Bodenschichten spielen die Regenwürmer eine große Rolle bei der Bildung der den Tschernosemböden eigentümlichen Krümelstruktur. Sie scheiden verschluckte Bodenteilchen und Reste organischer Nahrung in Form von größeren oder

kleineren Kügelchen aus, die durch eine schleimartige Materie zementiert sind. Diese Ausscheidungen sammeln sich im Boden an, wo sie entweder ganz bleiben oder in kleinere eckige Körnchen zerfallen und wodurch sie den oberen Schichten der Schwarzerde die charakteristische Krümelstruktur verleihen.

Eine andere Art von Wühlern, die sich ebenfalls an der Bodenbildung beteiligt haben, sind die Nagetiere, von denen der Hamster, der Maulwurf und verschiedene Mäusearten einen relativ großen Einfluß ausgeübt haben. Nach der Zahl der Gänge und anderen Merkmalen ist anzunehmen, daß die jungfräuliche Steppe von diesen Tieren stark bevölkert war, mit der Ausbreitung der Kultur ist ihre Zahl zurückgegangen, ihre Gänge sind mit Erde von den Wandungen her angefüllt, insbesondere dort, wo die Steppe zum Ackerland gemacht wurde.

Je nach dem Charakter des Füllmaterials und der Art des Ausfüllens der Gänge, nach den Tieren, denen diese angehört haben, ferner je nach der Richtung des Gangschnittes, beobachten wir an einem Bodenschnitt durch den Tschernosem zahlreiche verschiedenartige Venen und Flecken, Bildungen, die in Größe, Form und Aussehen sehr verschieden sind. Diese zeichnen sich vom Boden und Muttergestein sowohl durch ihre Farbe, wie auch durch das Gefüge ab. Auf den gelbbraunen, unter dem Humus liegenden Bodenschichten fallen diese Bildungen durch ihre dunklere Färbung ins Auge, bei denen dem Füllmaterial der Maulwurfsgänge Humusboden aus den oberen Schichten beigemischt ist; umgekehrt, auf der schwarzen Humusschicht der Tschernosemböden, heben sich diese Bildungen durch ihre gelbgraue Farbe am grellsten ab, wenn die Maulwurfsgänge durch Material vom Muttergestein ausgefüllt sind.

Die Gänge und Wohnungslöcher der wühlenden Nagetiere sind recht verschieden, in großer Zahl werden sie bis zu einer Tiefe von etwa 2 m angetroffen. An manchen

Stellen, z. B. im Baragan, sind sie jedoch in bedeutend größeren Tiefen, von mehreren Metern, beobachtet worden. Das ausfüllende Material ist in diesen Tiefen sehr verdichtet und unterscheidet sich nur wenig von dem umgebenden Muttergestein. Der Umstand, daß diese Gänge und Löcher in so großen Tiefen und unter einer besonderen, dunklen, an Humusstoffen angereicherten Schicht — dem sogenannten Humushorizont — sich befinden, gibt uns Anlaß zu der Vermutung, daß diese dunkle Humusschicht einen begrabenen Boden darstellt. Die hier mit Schwarzerde und Steppentieren versehene Steppe wurde später vom Löß verschüttet und dann erst hat sich der heutige Tschernosèm auf dem dabei aufgetragenen Material gebildet.

Die Schwarzerdebildung.

Bisher haben wir die naturgeschichtlichen Bedingungen für die Entstehung der rumänischen Tschernosemböden geschildert. Nun wollen wir den Prozeß der Schwarzerdebildung und die sie begleitenden Prozesse kurz zusammenfassen. Unter dem Einflusse der postdiluvialen Niederschläge erschien auf dem kalkhaltigen Lößboden, wie auch auf anderen kalkhaltigen Ton- und Mergelmoränen und sandigen Ablagerungen, jene typische, xerophile Vegetation, deren Repräsentanten noch heute auf Kalkfelsen gedeihen. Gleichzeitig setzten drei verschiedene Naturprozesse ein: die Schluchten- und Tälerbildung, die Auswaschung des Kalkes als Bikarbonat und die allmähliche Verwesung der Steppenvegetation.

Die entstandenen Talerosionen und Pässe, dann die Mulden, Becken und Steppenvertiefungen bewirkten eine Entwässerung der im Entstehen begriffenen Schwarzerde. Es wurden dadurch dem relativ ebenen Gebiet große Wassermassen entzogen, so daß die Schwarzerdebildung als eine Folge der durch die Senkung des Grundwasserstandes hervorgerufenen Aridität des Bodens anzusehen ist. Die mit dem Entzuge der Wassermassen gleichzeitig verbundene

Auslaugung der Salze und die veränderte orographische Gestaltung haben nachher das Vordringen des Waldes von Norden her begünstigt.

Ein anderer parallel verlaufender Prozeß ist die Humifikation der organischen Substanz der Steppenflora. Hier haben wir es mit einem Oxydationsprozeß chemischer, wie auch mikrobiologischer Natur zu tun. Für die Schwarzerdebildung mußten aber klimatische Verhältnisse vorhanden sein, welche ein Überwiegen der Bildung organischer Substanz über deren Zersetzung zur Folge hatten. Die üppige Vegetation der Steppen, welche in den schwach ausgelaugten Böden der rumänischen Ebenen Nährstoffe im Überschuß, wie auch im zweiten Frühjahr stets genügend Feuchtigkeit, um ihre relativ kurze Vegetationsperiode zu vollenden, vorfand, sorgte für eine alljährliche Bildung großer Massen von organischen Stoffen. Die Frühjahrsfeuchtigkeit wird hauptsächlich von der Vegetation aufgebraucht und bei den Niederschlägen des Sommers, die als Platzregen und bei Hitze niedergehen, war der Boden nicht imstande, genügende Wasservorräte zu sammeln, so daß es für die Zersetzungsprozesse in den übrigen Perioden der warmen Jahreszeit an Bodenfeuchtigkeit mangelte. Die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens sind weiter von den physikalischen Eigenschaften der Muttergesteine abhängig. Diese sind feinerdig, folglich nehmen sie einerseits das Wasser der atmosphärischen Niederschläge schwer auf, lassen andererseits aber dasselbe leicht verdunsten und rasch trocknen werden. Unter derartigen Verhältnissen, wobei die Durchfeuchtung des Bodens sich mangelhaft vollzog, zersetzten sich die organischen Stoffe in den Böden nur langsam. Die große Dichtigkeit und die mangelhafte Lüftung des Bodens, die mit zunehmendem Grade die Virulenz der im Boden tätigen Organismen beeinträchtigen, waren ebenfalls einer starken Zersetzung der organischen Substanz durch die Mikroorganismen hinderlich.

Unter diesen Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnissen

war die Zersetzung der in großen Massen gebildeten organischen Stoffe stark reduziert und die Folge davon ist eine große Anhäufung von Humusstoffen in den oberen Schichten der Schwarzerden. Die durch die Verwesung der organischen Reste entstandenen braunen Ulmin- und schwarzen Huminsubstanzen bildeten den sogenannten „milden Humus" im Gegensatz zu dem sauren Waldhumus. Die Entstehung des Tschernosems geht theoretisch bei neutraler Reaktion vor sich, in Wirklichkeit aber kann ein derartiges Gleichgewicht im Boden nicht bestehen, so daß die Bildung des Humus entweder unter sehr schwach alkalischer oder leicht saurer Reaktion verläuft.

Die durch die Oxydation des Humus der absterbenden Steppenflora entstandene Kohlensäure spielt im Verwitterungsprozeß der mineralischen Bestandteile des Bodens eine wesentliche Rolle. Das atmosphärische Wasser sättigt sich damit, wenn es die obersten CO_2-reichsten Schichten des humosen Bodens oder des Lößlehmes passiert. Dieses CO_2-haltige Wasser löst nun das $CaCO_3$ des daran reichen Lösses und erzeugt das Kalziumkarbonat, welches in den tieferen Schichten die lockergebundene Kohlensäure abgibt um sich in das unlösliche Karbonat umzuwandeln. Dieses Karbonat findet sich in einer Tiefe von 1 bis 2 m, in Form unregelmäßig gestalteter Kalkkonkretionen im Untergrunde des rumänischen Schwarzerdegebietes. Die einzelnen Phasen der Schwarzerdebildung sind Löß, Lößlehm und schließlich Tschernosem. Der Löß konnte keine Schwarzerde erzeugen, sein großer Gehalt an Kalziumkarbonat begünstigte die intensivste Zersetzung der organischen Substanz. Erst nach der Auslaugung des Kalkes waren die Grundlagen für die Tschernosembildung geschaffen und so trat den obenerwähnten Faktoren auch ein geringer Kalkgehalt hinzu, der ebenfalls dazu beigetragen hat, die Verwesungstendenz herabzusetzen und somit die Ansammlung humoser Stoffe zu fördern. Das Auswaschen des Kalzium- und Magnesiumkarbonats aus den oberen humosen Schichten

ist stark ausgeprägt. Karbonate kommen nur noch in den unteren humosen Schichten vor, die oberen hingegen enthalten keine kohlensauren Salze und brausen mit Salzsäure benetzt erst in einer Tiefe von 40 bis 50 cm auf.

Nach allem bisher Gesagten kommt dem Klima ein dominierender Einfluß bei der Bildung der rumänischen Tschernosemböden zu. Ferner sind im Relief und in der hydrologischen Beschaffenheit des Tschernosemgebiets, weniger in der geologischen Natur der Muttergesteine, die Hauptursachen und Bedingungen der Schwarzerdebildung in Rumänien zu suchen.

Drittes Kapitel.

Die Entnahme und Gruppierung der Bodenproben.

Die Bodenproben wurden immer solchen Stellen entnommen, wo der Boden in Aussehen, Farbe, Struktur und Zusammensetzung auf großen Flächen gleichartig erschien. Ausgewählt wurden solche Stellen, wo keine große Vegetation vorhanden ist und die weit von Bäumen, Häusern, Wegen u. a. entfernt sind; Hügelchen, Vertiefungen, jede künstliche Modifikation des Terrains, Flußbetten und ausgetrocknete Quellen wurden vermieden, desgleichen von Wasser ausgewaschene Stellen u. a. m.

An der geeigneten Stelle wurde zunächst eine etwa $1^1/_2$ m lange, 40 bis 50 cm breite und 1 m tiefe Grube ausgeworfen, welche an der einen Giebelseite eine glatte, senkrechte Wandung erhielt. Mit einer Pflanzenschaufel wurden an dieser Wandung die daraufstehenden Pflanzen — 1 bis 2 cm je nach der Dicke der Pflanzenschicht — entfernt. Aus dieser wurde mit derselben Schaufel senkrecht ein Erdprofil derart herausgeschnitten, daß man von oben nach unten eine Erdsäule, 5 bis 6 cm breit und 30 cm tief, heraushob. Diese wurde zwischen den Fingern zerkleinert und gut gemengt, auf einen Sack ausgebreitet und an der Sonne getrocknet, dabei wurden die Pflanzenwurzeln und die großen Pflanzenreste entfernt. Nachdem der Boden lufttrocken ist, wurde er in saubere, mit Nummern versehene Säckchen gefüllt. Außer den Ackerkrumenproben wurden an

manchen Orten auch Proben von Untergrund entnommen. Hierbei wurde in derselben Weise wie bei der Ackerkrume verfahren, indem an derjenigen Stelle, wo die Ackerkrume entfernt worden war, eine Erdsäule von 25 bis 30 cm Tiefe und von Handbreite herausgehoben wurde. Diese wurden genau so behandelt, wie die Proben der Ackerkrume.

Die Bodenproben wurden vom jungfräulichen Boden, meistenteils jedoch vom Brachland, an verschiedenen Punkten des Schwarzerdegebiets entnommen. Eine Mischung der von einer Region entnommenen Proben fand nicht statt, so daß die Bodenproben die verschiedenen in Rumänien auftretenden Tschernosemböden charakterisieren können.

Zur Orientierung über die Bodenprofile wurde ein 1 m langer Bohrstock benutzt, der, in den Grund des ausgehobenen 1 m tiefen Loches eingeschoben, eine Tiefe von 2 m zu erreichen ermöglichte. Der in Dezimeter und Zentimeter eingeteilte Bohrstock ermöglichte es ferner, die Struktur und Beschaffenheit des Bodens in diversen Tiefen beobachten zu können.

Weiter wurde der Typus des Tschernosems, die Art und die Mächtigkeit der Humusschicht festgestellt, sowie auch Beobachtungen auf dem Terrain in Betreff der Lage — hängig oder horizontal —, der Tiefe der Pflugfurche und des losen Bodens, der Variation der Humusmächtigkeit auf Hängen und in Depressionen vorgenommen.

Zur Orientierung über die Bodenart an Ort und Stelle wird folgendermaßen verfahren: In eine Kapsel mit wenig Wasser wird ein Stück Erde getan und nun beobachtet man, ob der Boden schnell oder langsam Wasser aufnimmt, ob die Stücke ihre Form behalten, ob sie in Staub oder kleinere Fragmente zerfallen. Langsames Eindringen des Wassers und Beibehalten der Form zeigt von Anfang an, daß man mit einem tonigen, schweren und schwer zu bearbeitenden Boden zu tun hat; wird dagegen das Wasser schnell aufgenommen und die Stücke zerfallen in Staub, so hat man

einen humosen, terroalkalischen, leicht zu bearbeitenden Boden vor sich. Dieser Versuch zeigt zugleich, wie der Boden sich bei Ent- und bei Bewässerung verhalten wird. Die Färbung ob braun oder schwarz, wenn der Boden feucht wird, gibt nach einiger Übung einen annähernden Aufschluß über den Gehalt des Bodens an Humus.

Die Bodenproben von verschiedenen Stellen derselben Region wurden auf weiße Leinwand oder weißes Papier gelegt, die durch Vergleiche festgestellten physikalischen Eigenschaften der Oberkrume und Untergrundes aufgeschrieben und so konnten die Unterschiede in der Farbenschattierung, im Gefüge usw. wahrgenommen werden. Die Feinheit der Bodenbestandteile kann durch Reiben zwischen den Fingern festgestellt werden.

Ferner wurden Beobachtungen über die Zähigkeit der Böden, die petrographische Natur der groben Bestandteile des Bodens, sowie über den Gehalt an Karbonaten (durch Aufgießen von Salzsäure) gemacht. Ein befeuchtetes Bodenstück wird zwischen den Fingern gerieben, bis sich eine gleichmäßige Paste gebildet hat. Nach der Konsistenz und Homogenität der Paste kann man auf die mehr oder weniger tonige Art des Bodens schließen. Bei den getrockneten Erdstücken beobachtet man, ob, wenn sie mit dem Finger gerieben werden, glatte, glänzende Flächen entstehen oder durch Reibung Staub geben. In dieser Weise kann man an Ort und Stelle die Böden in trockene und schwere, in zähe, mehr oder weniger tonige und tonige gruppieren, wobei man sich über das Verhalten des Bodens beim Pflügen, ob er einen zähen, starken Boden repräsentiert, ob für ihn ein einmaliges Pflügen genügt oder ein mehrmaliges erforderlich ist, unterrichten kann. Alle diese Beobachtungen erleichtern die mechanische Bodenanalyse.

In den sandigen und tonigsandigen Schwarzerden, insbesondere in einer ariden Region, ist die Feststellung ihrer Durchlässigkeit für Wasser bei Ent- und Bewässerung usw.

sehr wichtig. Der Versuch auf dem Terrain erfolgt in folgender Weise: Zuerst wird ein Graben von 1 bis 1,5 m Tiefe mit einer glatten und senkrechten Wand ausgeworfen; in einer Entfernung von 30 bis 40 cm von der senkrechten Wand gibt man Wasser in einen wenig tiefen Graben und so kann man die Durchdringlichkeit des Wassers im Boden sehr leicht beobachten und sie nach der verflossenen Zeit annähernd feststellen.

Bei einer Gruppierung von Tschernosemböden kann nur auf jene genetischen Grundmerkmale hingewiesen werden, die einer solchen Klassifikation als Basis dienen müssen. Hierbei ist es notwendig, für jeden Vertreter eine völlständig klare und bestimmte Charakteristik vom genetischen Standpunkte aus zu geben und im Zusammenhang mit der Entstehung des Bodens seine Eigenschaften und Besonderheiten aufzuklären. In erster Linie wird bei der Einteilung der Grad, in welchem der für die Schwarzerden charakteristische Bodenbildungsprozeß in ihnen typisch ausgedrückt ist, und die Abweichungen dieses Prozesses zugrunde gelegt. Nun aber geht dieser Bodenbildungsprozeß im Tschernosem mit der Farbe desselben Hand in Hand und so findet er (der Bildungsprozeß) einen leicht zu beobachtenden Ausdruck in der Farbenschattierung, die bekanntlich mit dem Gehalte an organischer Substanz aufs engste verknüpft ist. Diesem Merkmale gemäß wurden die entnommenen Bodenproben in folgende drei Gruppen eingeteilt:

I. Intakte, gewöhnliche, humusreiche (6 bis 8% Humus) Schwarzerde.

II. Schokoladen- und kastanienfarbige Tschernosemböden, bei denen zum Teil Merkmale der Böden vom Wüstensteppentypus beobachtet werden. Durch Kultur wurde allmählich eine teilweise Zerstörung der Humussubstanz herbeigeführt, die in der lichteren, braunschwarzen Farbe des lufttrockenen Bodens, gegenüber der tiefschwarzen

des intakten, gewöhnlichen Tschernosems äußerlich zum Ausdruck kommt.

III. Degradierter Tschernosem der Waldsteppenzone. Dieser zeigt ein graubraunes Aussehen, woraus auf eine weitgehende Humuszerstörung zu schließen ist, und an dem schon deutliche Merkmale des Podzolbildungsprozesses wahrnehmbar sind.

Unter dem Einflusse der variierenden Klimaverhältnisse und der Waldvegetation werden die Steppenböden allmählich umgewandelt und den Waldböden ähnlich gemacht, so daß die Schwarzerde nur ein Zwischenstadium in der Bodenentwicklung darstellt und der Podzol das Endglied derselben bildet.

Ein anderes Merkmal, welches die Eigentümlichkeiten der Tschernosemböden innerhalb der oben angegebenen Gruppen wesentlich bestimmt, ist der Charakter der Muttergesteine. In dieser Hinsicht kann an die erste Stelle die mechanische Zusammensetzung des Gesteines gesetzt werden. Nach diesem Merkmal können wir folgende Arten von Tschernosem unterscheiden: lößartige, lößsandige, lehmige, sandige und tonige.

Viertes Kapitel.

Die morphologischen Merkmale.

Ehe wir zur Betrachtung der morphologischen Besonderheiten der rumänischen Tschernosemböden schreiten, wollen wir einige Profile derselben kurz beschreiben.

Für den intakten, gewöhnlichen Tschernosem wurde das Profil südlich von Ungureni im Distrikt Botosani aufgenommen. Der Horizont A ist 62 cm tief, schwarz, porös, locker und weist eine ausgeprägte Krümelstruktur auf. In ihm sind zahlreiche Löcher und Gänge der hier überwinternden Würmer, Maulwurfsgänge mit vom Untergrund in die Ackerkrume geschlepptem Erdmaterial, sowie auch zahlreiche Wurzeln von Convulvulus und Rubus zu verzeichnen. Die vom Pflug bewegte Erdschicht — 17 cm tief — hat die Krümelstruktur fast verloren; unter dieser, bis 20 cm Tiefe, befindet sich eine durch den Druck des Pluges verdichtete Schicht.

Der Horizont B von 60 bis 120 cm Tiefe ist etwas heller, als der Horizont A, marmorartig, mit schwarzen Flecken und Adern versehen, die Verlängerungen der Spuren und Löcher der Würmer vom Horizont A darstellen. Nach der Basis zu wird er kompakter und heller.

Der Horizont C von 120 bis 160 cm Tiefe besteht aus einem gelben Mergel mit blauen, schwarzen und gelben Flecken, der durch ein Netz von weißen kalkhaltigen Äderchen ein buntscheckiges Aussehen hat.

Das Muttergestein in 160 bis 200 cm Tiefe stellt einen gelben Mergel mit kleinen blauen Flecken dar. Dieser

Mergel ist kompakt und mit klaren, weißen, brüchigen Kalkkonkretionen von verschiedenen Formen und Größen (0,5 bis 3 cm Durchmesser) versehen. Längs der Risse sind schwarze, humose Adern von der Oberkrume her zu beobachten, sowie auch Querrisse, die den Mergeln und Tonen charakteristisch sind.

Das Profil eines schokoladenfarbigen Tschernosems, auf Löß gebildet, wurde zwischen Lehliu und Sapunari im Distrikt Jalomitza in der Ebene Baragan aufgenommen.

Der Horizont A ist 60 cm tief, schwarz mit einer schokoladenfarbigen Schattierung. Die Pflugfurche ist 18 cm tief und ohne Krümelstruktur; unter dieser befindet sich eine harte, zähe Schicht von etwa 2 cm Dicke. Von 20 bis 30 cm Tiefe weist dieser Horizont eine feinklümpige Krümelstruktur auf, während er bei 32 cm Tiefe kompakter wird. Bei 40 cm beginnen dünne Äderchen von Kalziumkarbonat und die Farbe wird grauer. Der Übergang zum Horizont B vollzieht sich allmählich und fast unmerklich.

Der Horizont B von 60 bis 115 cm Tiefe ist graubraun und enthält zahlreiche Kanäle und Adern mit Karbonaten. Bei 110 bis 115 cm Tiefe zeigen sich schwärzere Stellen von Maulwurfsgängen und -Löchern (krotovine), die mit Erde überschüttet sind. Dieser bildet den Übergangshorizont zu dem Muttergestein, dem Löß.

Der Horizont C von 115 bis 180 cm Tiefe ist grau gefärbt und besteht aus Löß mit isolierten Mergelkonkretionen, der zum Teil aber durch Kalk zementiert ist. Hier sind bis zu 1 cm dicke Würmerspuren zu bemerken.

Unter diesem Horizont befindet sich ein grauer Löß mit sehr kleinen (0,5 bis 1 mm Durchmesser) eisen-manganoxydhaltigen Konkretionen.

Das Profil eines kastanienfarbigen Tschernosems, auf Löß entstanden, wurde nahe von Luica im Distrikt Ilfov aufgenommen.

Der Horizont A (0 bis 45 cm Tiefe) ist braun mit einer kastanienfarbigen Schattierung und weist eine Krümel-

struktur auf, die weniger als die des intakten, gewöhnlichen Tschernosems ausgeprägt ist. Der Übergang zu dem Horizont B vollzieht sich allmählich und unmerklich. Das Aufbrausen mit HCl beginnt bei 35 cm Tiefe.

Der Horizont B (von 45 bis 80 cm Tiefe) ist heller, gelbbraun gefärbt, mit konkretionierten, netzartigen Kanälen und Äderchen und mit Phosphoreszenz von Karbonaten und anderen löslichen Salzen. Dieser Horizont weist zahlreiche Wohnungslöcher der Regenwürmer, sowie auch dunkle Spuren von Würmern und Insektenlarven auf und geht unmerklich in den Horizont C über.

Der Horizont C (von 80 bis 150 cm Tiefe) ist gelbbraun mit einer dem Löß charakteristischen Struktur. Hier finden sich isolierte, bis 1 cm lange Konkretionen und deutlich gebildete konkretionierte Kanäle.

Der Löß (von 150 bis 200 cm Tiefe) ohne Konkretionen bildet das Muttergestein.

Das Profil eines schokoladenfarbigen Tschernosems, auf Altalluvialsand entstanden, wurde bei Giormaneasa im Distrikt Braila aufgenommen.

Der Horizont A (0 bis 65 cm Tiefe) ist hellschokoladenfarbig, sandig und durch Humus und Eisenoxyd gefärbt. Die gleichmäßige Färbung wird mit der Tiefe immer heller.

Der Horizont B ist ebenfalls sandig, heller wie der Horizont A und der Übergang vom ersten zum zweiten Horizont vollzieht sich unmerklich.

Die schwarze Farbe der Tschernosemböden tritt besonders scharf hervor, wenn sie feucht werden.

Das Gefüge. Der jungfräuliche Tschernosem ist in der Regel an der Oberfläche mit einer 1 bis 2 cm mächtigen Schicht von pflanzlichem Filz bedeckt. Unter diesem Filz weist das Profil eines nicht in Kultur genommenen Tschernosems eine schwarze, gleichmäßig gefärbte Schicht mit einer deutlich ausgeprägten feinklümpigen Krümelstruktur auf. Diese Schicht wird mit dem Buchstaben A bezeichnet. Von gewisser Tiefe an, je nach der Mächtigkeit der Humus-

schicht, wird die Farbe weniger gleichmäßig und so bilden sich eine oder zwei Übergangsschichten zu dem unveränderten Muttergestein, welches sich in der oberen (Horizont B) weniger, in der unteren (Horizont C) stärker bemerkbar macht. Der Übergang von einem Horizont zum anderen und schließlich zum Muttergestein findet allmählich statt, ohne jedoch eine gerade Grenzlinie zu bilden. Das Gefüge dieser letzten Übergangsschicht ist stets gröber als das der höher liegenden Schichten.

Die Krümelstruktur ist für die Schwarzerden charakteristisch, bei lößartigen und lehmigen ist sie am deutlichsten, kann aber in der vom Pflug bewegten Erdschicht wie auch bei stark sandigen Böden fehlen.

Die Erdklümpchen, rumänisch gogolosi genannt, welche die oberen Schichten bilden, haben einen Durchmesser von 1 bis 3 mm und eine mehr oder weniger abgerundete Form. Diese Form ist der Tätigkeit verschiedenartiger Würmer zuzuschreiben, denen die Pflanzenreste als Nahrung dienten und die, indem sie ihre Gänge bahnten, auch mineralische Bodenteilchen verschluckten, um sie nachher als Absonderungen in Form abgerundeter, zementierter Klümpchen auszuscheiden. Diese bleiben meistens im Boden erhalten und sammeln sich als Krümel (granule oder gogolosi) an. Die Risse, die die Tschernosemböden in allen Richtungen durchziehen, sind auf eine Verringerung des Bodenvolumens beim Austrocknen zurückzuführen. Da die Schwarzerden im Überschuß leicht quellende und gut zementierende Humusstoffe enthalten und in allen Richtungen von zahlreichen, feinen Wurzeln der Steppenpflanzen durchzogen sind, so ist diese Volumensverminderung stark ausgeprägt. Die Risse im Boden ermöglichen nun beim Fallen der Niederschläge eine Fortbewegung der Bodenlösungen, welche die oberflächlichen Schichten der Klümpchen auslaugen und somit ihrer Oberfläche die zementierenden Substanzen auslaugen. Auf diese Weise zerfallen die Erdklümpchen, werden immer kleiner und isolieren sich immer ausgeprägter,

bis schließlich der Boden eine feinklümpige Struktur, die Krümelstruktur, erhält.

Die Mächtigkeit der Humusschicht schwankt bei den rumänischen Tschernosemböden in ziemlich weiten Grenzen. Im allgemeinen ist in dem Schwarzerdegebiet der Walachei ein Sinken der Humusmächtigkeit vom Osten nach Westen — im Baragan ist sie am größten und erreicht 75 cm — zu beobachten, in der Moldau eine Zunahme von Süden nach Norden, und sie ist am größten im Norden, in den Distrikten Dorohoi, Botosani und Jasi. Ferner macht sich eine Verringerung der Mächtigkeit beim Übergange von den Tschernosemböden der relativ feuchteren Gebiete zu den schokoladen- und kastanienfarbigen Schwarzerden der trockenen Distrikte bemerkbar, sowie ein Anwachsen der Mächtigkeit der humosen Schicht mit zunehmender Großkörnigkeit der Muttergesteine, z. B. auf Sand oder sandigem Löß, eine Tatsache, die auf das leichtere Eindringen der Wurzeln und der Humusstoffe bis auf eine größere Tiefe in die lockeren Gesteine zurückzuführen ist.

Jedoch ist im Tschernosemgebiet der Moldau, das, wie schon früher erwähnt, stark von Wasserläufen durchschnitten ist, eine umgekehrte Abhängigkeit zu beobachten, nämlich, daß die Mächtigkeit der Humusschicht mehr vom Relief und von den Wasserverhältnissen abhängig ist als vom Muttergestein. So beträgt die Mächtigkeit der Humusschicht auf dem Hügel Posta in der Nähe von Tecuciu 35 cm und auf dem benachbarten Hügel Mancea gar nur 31 cm, bei einem Muttergestein von tonsandigem Mergel gebildet. Auf der Ebene, die die Stadt Tecuciu umringt, ist diese dagegen viel größer und reicht bis 87 cm, obwohl hier wie dort dasselbe Muttergestein vorliegt. Auf anderen Hügeln, die sich vor dem Bahnhof Tecuciu finden und einen sandigen Ton aufweisen, beträgt sie 35 bis 42 cm. Auf einem Hügel nahe von Barbosi ist auf sandigem Mergel die Humusmächtigkeit 41 cm, zu Foltesti auf Löß 47 cm; die Hügel zwischen Husi und Vaslui und insbesondere die Hügel,

die die Wasserbecken des Pruth und Jijia trennen, deren obere Schichten aus blauen Tonen bestehen, weisen eine Humusmächtigkeit von nur 16 bis 25 cm auf; auf dem Hügel — Muttergestein kalkhaltiger Lehm — und am Fuße desselben Hügels vor dem Bahnhof Vaslui ist eine Humusmächtigkeit von 52 cm und 45 cm zu beobachten. In der Nähe von T. Frumos und bei Costesti 56 cm, Muttergestein ist kalkhaltiger Lehm; im Distrikt Botosani bei Trusesti am Ufer des Jijia 67 cm auf Mergel; in einer Entfernung von 10 km südöstlich von Botosani (Stadt) am Orte Tohileni auf dem Hügel Baltoiu 52 cm, Muttergestein: Ton; zwischen Tohileni und Zosim auf dem Hügel Stauceni 30 cm, Muttergestein: Löß; bei Botosani und Dorohoi auf Lehm wurde 48 cm und 83 cm Humusmächtigkeit gefunden.

Aus diesem allen können wir schließen, daß die Mächtigkeit der Humusschicht mit dem Relief und folglich auch mit den Feuchtigkeitsverhältnissen in Zusammenhang zu bringen ist. Bei der Bildung der Tschernosemböden auf Hügeln und Abhängen nehmen deutlich ausgeprägte Prozesse des Abschwemmens teil, in der Ebene, in den Vertiefungen und Mulden (dolii) dagegen Prozesse des Anschwemmens, so daß die Mächtigkeit der Humusschicht, je nach dem Relief große Schwankungen aufweist. Wo Abschwemmen eingewirkt hat, finden wir am wenigsten mächtige Schwarzerden, deren Humusschicht bis auf einige Dezimeter sinken kann und umgekehrt nimmt sie unter Bedingungen des Anschwemmens stark zu und kann 85 cm und mehr betragen.

Unter der humosen Schicht der Schwarzerden beobachten wir einen nicht durch Humus gefärbten Untergrund, der im allgemeinen bei den rumänischen Tschernosemböden relativ feinerdig und porös ist und durch senkrechte Risse in größere Stücke zerfällt. Darin sind Ansammlungen und Ausscheidungen von kohlensaurem Kalk sehr deutlich zu erkennen. Diese Eigentümlichkeiten des Untergrundes stehen mit der Genesis dieser Böden im Zu-

sammenhang und sind als Resultat der geschilderten Prozesse, die zur Bildung solcher Böden führen, anzusehen.

Die Anhäufungen an Karbonaten von Kalk, zum Teil auch Magnesia, treten im Untergrund in zwei Formen auf: erstens als dünne, weißliche Adern längs der Risse und als weißliche Ränder um die Poren, und zweitens als mehr oder weniger lockere Flecken und feste, knollenförmige Konkretionen von verschiedenartigem Aussehen. Die letzteren bilden sich vornehmlich in Hohlräumen, die von Würmern, Nagetieren z. a. herrühren. Das Vorhandensein von Karbonaten im Untergrunde ist bis zu einer bedeutenden Tiefe zu beobachten und steht offenbar mit dem Charakter des Muttergesteins im Zusammenhang. Die auf kalklosem Moränenton entstandenen Schwarzerden in der nördlichen Moldau weisen keine Karbonate auf, so daß die Übergangsschicht zum Muttergestein mit HCl nicht aufbraust.

Eine andere Eigentümlichkeit der rumänischen Tschernosemböden, wie übrigens aller Schwarzerden — besteht darin, daß sie im allgemeinen kein kohlensaures Kalzium in den humushaltigen Schichten enthalten. Die Karbonate sind bis zu einer Tiefe von 60 bis 70 cm ausgewaschen, wobei die Tiefe, in der das Aufbrausen beginnt, als ein Maßstab für den Grad der Auslaugung der Schwarzerden betrachtet werden kann.

Da die Verteilung der Karbonate in den Bodenschichten von verschiedenen Bedingungen abhängt, ist es schwierig, bestimmte Daten dafür anzugeben. Zwar enthält die obere Schicht der Schwarzerden keine Karbonate, jedoch kommen in trockeneren Gebieten und Halbwüsten Tschernosemböden vor, die schon an der Oberfläche aufbrausen. Der kohlensaure Kalk tritt schon an der Oberfläche, oder von 10 bis 15 cm Tiefe an, auf. Dies ist auf die seltenen bruchartigen Niederschläge und auf die starke Verdunstung in der Halbwüste zurückzuführen. Infolge des Mangels an Wasser konnte die Wanderung der Salze nur bis zu einer kleinen Tiefe im Boden stattfinden, so daß die

Karbonate von den oberen Schichten nicht ausgelaugt wurden.

Im Untergrunde der Schwarzerden dieser trockenen Gebiete kommen außer Konkretionen von Karbonaten noch Gipskonkretionen vor, die sich in tieferen Schichten als jene, meistens jedoch im Muttergestein, vorfinden.

Das Gefüge der Tschernosemböden weist zahlreiche Spuren der Gänge wühlenden Nagetiere auf, die als Hohlräume, meistens jedoch als Flecken (verschüttete Gänge) von verschiedenen Formen und Größen erscheinen. Die humosen Horizonte und die oberen Schichten der Schwarzerden sind von diesen Bildungen stark durchsetzt.

Fünftes Kapitel.

Die mechanische Zusammensetzung.

Es ist eine der Praxis bekannte Tatsache, daß auf einem Boden, der viele feine Bestandteile enthält, die Pflanzen am besten gedeihen und hier höhere Erträge liefern. Die Korngröße der Bodenbestandteile ist insofern sehr wichtig, als mit abnehmender Korngröße die Oberfläche der einzelnen Körnchen, sowie auch die Zahl der Körnchen im Boden steigt. Damit ist bis zu einer gewissen Grenze die Zunahme der Fruchtbarkeit eines Bodens eng verknüpft, denn nicht nur die Pflanzenwurzeln, sondern auch die lösenden Atmosphärilien finden in einem feinkörnigen Boden zahlreiche Angriffspunkte. Dies wurde von Wollny[1]) bestätigt, indem er durch seine Vegetationsversuche feststellte, daß, je feinkörniger der Sand war, auf dem dieselben Pflanzen angebaut wurden, desto höher waren die Erträge. Hierbei ist die Voraussetzung, daß die für eine normale Entwicklung der Pflanzen nötigen Nährstoffe und die anderen Vegetationsfaktoren — rationelle Bodenbearbeitung, Feuchtigkeit, Wärme usw. — vorhanden sind.

Die Menge der feinen Bestandteile in einem Boden ist von dem Grade der Verwitterung der ihn bildenden Gesteine abhängig. Ihre Bedeutung bei der Bodenfruchtbarkeit besteht einerseits darin, daß in ihnen die chemischen Vor-

[1]) E. Wollny, Untersuchungen über den Einfluß der physikalischen usw. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. Bd. XX, Heft 3, S. 29.

gänge sich abspielen und folglich die Feinerde den Hauptsitz der für die Pflanzen absolut nötigen Nährstoffe bildet, andererseits in ihren für das Wachstum sehr wichtigen physikalischen Eigenschaften, wie die Hygroskopizität, das Bodenvolumen, die Benetzungswärme usw.

Die einzelnen Bodenbestandteile verhalten sich in physikalischer Beziehung sehr verschieden und auf das Mengenverhältnis der feinen zu den gröberen Erdteilen ist in der Praxis das Hauptgewicht zu legen. Von der Menge der Feinerde, die bestimmte physikalische Eigenschaften bedingt, hängt nämlich das Verhalten des Bodens gegen Wasser, Luft, Wärme usw. ab, sowie die Größe und Gestalt des Hohlraumvolumens (des von Wasser und Luft eingenommenen Volumens) des Bodens. Dieses Bodenvolumen ist für das Pflanzenwachstum und die Nährstoffaufnahme von großer Bedeutung.

Je feiner nun die einzelnen Bodenteilchen sind, um so größer ist das Bodenvolumen; mit jenen gehen weiter das Maß der Wasserkapazität und der Kapillarität Hand in Hand.

Sind die gröberen Bodenteilchen im Verhältnis zu der Feinerde in zu großer Menge vorhanden, dann ist der Boden zu durchlässig für Wasser und wird stark von der Luft durchdrungen, so daß er sehr trocken und hitzig wird und zugleich der Pflanze nicht genügend Halt gibt. Sein Verhalten ist günstiger, je reicher er an feineren Sanden ist, weil er dann mehr Wasser aufzunehmen und festzuhalten vermag.

Wenn die Feinerde die gröberen Bestandteile weit überwiegt, dann ist der Boden zwar spezifisch leichter, jedoch sehr schwer zu bearbeiten. Ferner besitzt er eine zu hohe Wasserkapazität und vor allem eine zu große Undurchlässigkeit, wodurch seine geringe Erwärmungsfähigkeit noch verlangsamt wird; im feuchten Zustande bleibt er dann der Luft verschlossen und ist, auch ausgetrocknet, für die Luft wenig durchdringbar. Solche Böden sind sehr

untätig und verändern je nach dem Wassergehalt ihr Volumen; beim Austrocknen bilden sie Krusten, verschließen sich und trocknen zu einer mehr oder weniger harten Masse zusammen, werden rissig und sind der Pflanze bei der Wurzelbildung sehr hinderlich.

Durch die Schlämmanalyse werden die feinsten Bodenteilchen von den gröberen mineralischen Bestandteilen getrennt, so daß als Schlämmrückstand das sogenannte Bodenskelett zurückbleibt. Infolge des verschiedenen spezifischen Gewichts der einzelnen Bodenteilchen, speziell der Kolloide und der humosen Bestandteile — diese werden beim Schlämmen nicht ganz entfernt — ferner wegen der wechselnden Gestalt der einzelnen Bodenteilchen haben die Ergebnisse der Schlämmanalyse und die so gefundene Korngröße für die Beurteilung eines Bodens nur einen bedingten Wert. In dieser Hinsicht empfiehlt Mitscherlich das Verfahren zur Bestimmung der absoluten Bodenoberfläche[1]) und der Hygroskopizität des Bodens als Maßstab zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit.

Bei gegebener örtlicher und geographischer Lage und bei bekannten Lagerungsverhältnissen eines Bodens können wir jedoch aus der Kenntnis des Mischungsverhältnisses der gröberen und feineren Bodenbestandteile viele Aufschlüsse, in Betreff seines Verhaltens bei der Bearbeitung, gegen Wasser und Wärme, gegen den Dünger in fester und flüssiger Form (Zersetzung, Absorption), gegen das Eindringen der Luft usw. erhalten. Kurz, es lassen sich aus dem prozentischen Gehalte des Bodens an gröberen und feineren Bestandteilen viele in landwirtschaftlicher Beziehung wichtige Eigenschaften des Bodens ableiten.

Die nach dem Kühnschen Schlämmverfahren von mir ausgeführten mechanischen Bodenanalysen ergaben folgende Zusammensetzung der rumänischen Tschernosemböden: (Tabelle VI siehe S. 58).

[1]) Das ist die Summe der Oberflächen aller einzelnen Bodenteilchen.

Wie aus den Daten dieser Tabelle ersichtlich ist, sind die Schwarzerden Rumäniens reich an abschlämmbaren Teilen, eine Tatsache, die mit der Entstehung dieser Böden — auf stark verwitterten Gesteinen — in Zusammenhang zu bringen ist. Die gröberen Pflanzenteile werden in der Ackerkrume durch die mechanische Bodenbearbeitung stark zerkleinert und somit tragen sie zur Erhöhung des Gehaltes an abschlämmbaren Teilen in der obersten Tschernosemschicht bei. Die Siebrückstände „Perl- und Grobsand" enthalten gleichfalls zum größten Teil organische Bestandteile. Steine und Kies sind nicht vorhanden und nur bei sandigen Schwarzerden finden sich sehr kleine Mengen von Quarzsand in der Größe 1—3 mm Durchmesser.

Ferner geht aus den Ergebnissen der mechanischen Bodenanalyse eine feinstaubige Beschaffenheit der Tschernosemböden hervor. Die sandigen Bestandteile in der Größe von 0,5—1 mm sind in sehr kleinen Mengen vorhanden, und nur bei stark sandigen Schwarzerden betragen sie einige Prozente. Auch die in der Größe von 0,5—0,25 mm (der feine Sand) — sind in relativ kleinen Mengen 0,6—4,5%, bei stark sandigen Böden jedoch bis 20%, während die weit überwiegende Menge der nichtabschlämmbaren Teile sich aus feinen Sanden und Staubsand von weniger als 0,25 mm Durchmesser zusammensetzt. Darin findet die unliebsame Erscheinung der Krustenbildung und des relativ leichten Zusammenfließens und Verkrustens der tonigen kastanienfarbigen Böden, deren Humus durch die Trockenheit und große Hitze stark zersetzt wurde, ihre klare Begründung. Daher muß bei der Kultur dieser Böden danach getrachtet werden, den Gehalt an Bestandteilen der Sandgröße zu steigern. Dies könnte durch rechtzeitige Unterbringung organischer Stoffe in Form von strohigem, nicht verrottetem Stalldünger erfolgen. Solche Meliorationen tragen zur Verbesserung sowohl des mechanischen, wie auch des physikalischen Bodenzustandes wesentlich bei.

In den rumänischen Tschernosemböden findet sich im

Tabelle VI.

Lfde. Nr.	Distrikt	Ort der Probeentnahme und Beschreibung der Bodenprobe	Mechanische Zusammensetzung nach der Methode von J. Kühn. Schlämm- u. Kornanalyse in Proz. des lufttrockenen Bodens								
			Pflanzenreste über 2 mm	3—2 mm	2—1 mm	1—0,5 mm	<0,5 bzw. 0,5—0,25 mm	< 0,25 mm	Verlust beim Sieben	Nichtabschlämmbare Teile	Abschlämmbare Teile
1	Dolj	Kastanienfarbiger Tschernosem auf lößartigem Sand. Dorf Branistea	0,068	Quarz 0,017	0,230	4,206	58,516		0,047	63,084	36,916
2	Romanatzi	Tschernosem auf Löß, Terrasse des Flusses Yiu zwischen Corabia und Visina	0,062		0,047	0,611	50,02		0,038	50,778	49,222
3	„	Untergrund 30—60 cm von (2) auf Löß, Terrasse Yiu zwischen Corabia und Visina			0,120	1,414	51,445		0,050	53,029	46,971
4	„	Kastanienfarbiger Tschernosem auf Löß. Zwischen Corabia Rurala und Celei	0,038		0,08	0,316	51,917		0,031	52,344	47,656
5	„	Untergrund 28—55 cm von (4) Kalkhaltiger Löß			0,097	0,818	50,617		0,043	51,575	48,422
6	Ilfov	Tschernosem auf gelbrotem Löß. Untergrund Löß von 1,5 m an. In der Nähe des Dorfes Luica	0,136		0,085	0,320	1,486	38,265	0,038	40,33	59,67
7	„	Schokoladenfarbiger Tschernosem degradiert, auf Löß. Bahnhof Fundulea	0,070	0,109	0,162	0,892	2,730	41,015	0,035	45,013	44,987
8	„	Tschernosem auf Altalluvium etwa 2 km nördlich von Prundul Belu	0,085		Pflanzenreste 0,045	0,251	44,8		0,049	45,23	54,77
9	„	Schokoladenfarbiger Tschernosem auf Löß, oberhalb der Donauterrasse bei Greaca-Cascivare	0,101	0,027	0,044	0,363	0,476	37,078	0,023	38,113	61,887
10	„	Tschernosem auf Altalluvium. Cioruselu, nahe von Padurea Nana	0,234		Pflanzenreste 0,113	0,746	4,185	43,412	0,033	48,723	51,277

11	Jalomitza	Schokoladenfarbiger Tschernosem auf Löß. Zwischen Lehliu und Sapunari	0,153	0,090	0,116	0,475	2,491	40,382	0,036	43,743	56,257
12	„	Schokoladenfarbiger Tschernosem auf Löß, nahe von Canton Nr. 162. Bahnlinie Faurei-Fetesti			0,021	0,485	2,789	47,062	0,058	50,415	49,585
13	Braila	Schokoladenfarbiger Tschernosem auf Löß und Altalluvium. Krongut Rusetu, Probe vom Orte Putul Tiganului	0,051		0,028	0,287	4,261	45,794	0,027	50,448	49,552
14	„	Kastanienfarbiger Tschernosem auf löß-artigem Sand, auf der unteren Terrasse des Flusses Calmatoi			0,006	0,073	2,108	68,516	0,046	70,749	29,251
15	„	Stark sandiger Tschernosem. Dorf Giormaneasa	0,168	0,031	0,074	2,881	24,064	47,229	0,061	74,508	25,492
16	„	Schokoladenfarbiger Tschernosem auf Mergel im Sirettal nördlich der Stadt Braila		0,208	0,051	0,302	2,212	43,039	0,058	45,870	54,130
17	„	Untergrund (von 16), ein alluvionärer Mergel			0,317	0,972	1,833	43,772	0,051	46,945	53,055
18	Covurlui	Tschernosem auf sandigem Löß, erhöhte Gegend (Hügel). Independenta.		0,026	0,074	0,372	55,043		0,071	55,586	44,414
19	„	Schokoladenfarbiger Tschernosem auf mergeligem Löß. Ganesti	0,124	0,081	0,075	0,672	55,057		0,034	56,043	43,957
20	Tecuciu	Schwarzer Tschernosem auf sandigem Mergel-Ton, vom Orte Coarta Lupei bei Nicoresti	0,119		0,104	0,402	59,163		0,041	59,829	40,171
21	Falciu	Kastanienfarbiger Tschernosem auf sandigem Löß, westlich von Craonascu			0,072	0,380	64,825		0,034	65,311	34,689
22	Botosani	Gewöhnlicher Tschernosem auf Moränenton, südlich vom Dorfe Ungureni	0,025	0,101	0,059	0,723	41,795		0,058	42,761	57,239

allgemeinen der feine Sand in sehr kleinen Mengen im Verhältnis zum Sandstaub und Ton. Der Ton ist allgemein sehr reichlich vorhanden, ausgenommen in der sandigen Schwarzerde, bei der der Gehalt an abschlämmbaren Teilen bis auf 26—30 % sinkt. Die auf stark verwitterten Gesteinen entstandenen, von mir untersuchten Böden enthalten 40—55 % abschlämmbare Teile, wovon selbstverständlich der Ton den größten Teil ausmacht: das Maximum von 61,88 % hat die Probe Nr. 9, vom Orte Greaca-Casciuare oberhalb der Donauterrasse entnommen.

Nach dem Gehalt an abschlämmbaren Teilen sind die Schwarzerden als mittel bis schwer zu bezeichnen, werden jedoch in den meisten Fällen durch den Humus und Pflanzenreste in ihren physikalischen Eigenschaften verbessert.

Mit der mechanischen Beschaffenheit stehen alle physikalischen Eigenschaften des Bodens im Zusammenhang. Die extreme Feinheit der Bodenbestandteile bildet eine an der rumänischen Schwarzerde geschätzte Eigenschaft, denn je feiner, desto reicher an Nährstoffen und fruchtbarer ist der Boden. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß dem Boden das Wasser nicht so schnell verloren geht, was in Anbetracht der langen Dürrperioden sehr wichtig ist.

Charakteristisch für alle rumänischen Tschernosemböden ist weiter, daß der Untergrund aus feinen Bodenbestandteilen zusammengesetzt und tiefgründig ist. Er weist einen großen Prozentsatz an abschlämmbaren Teilen auf (bis 53 %).

Die Tiefgründigkeit ist sehr wichtig, da die Pflanzen ihre Wurzeln in größere Tiefen entsenden können und infolgedessen die Möglichkeit haben, ihre Nährstoffe aus einem größeren Bodenvolumen zu entnehmen. Weiter ist es ihnen dadurch möglich, sich mit Wasser aus den tieferen Schichten zu versorgen, was bei den in Rumänien häufig auftretenden Dürrperioden von großer Bedeutung ist.

Sechstes Kapitel.

Die physikalischen Eigenschaften.

Diese für das Pflanzenwachstum sehr wichtigen Eigenschaften sind bis heute noch nicht untersucht worden. Aus diesem Grunde ist es uns nicht möglich, die physikalischen Eigenschaften der rumänischen Tschernosemböden durch zahlenmäßiges Material zu charakterisieren. Untersuchungen der Böden in ihrer natürlichen Lagerung fehlen uns vollständig, auch solche in Laboratorien unter Störung der natürlichen Verhältnisse (Struktur, Lagerung usw.), die schon aus diesem Grunde wenig anwendbar und manchmal sogar zu ganz falschen Schlüssen führen können, liegen nicht vor.[1])

Die physikalischen Eigenschaften sind für die rumänischen Schwarzerden von großer Bedeutung, denn deren Fruchtbarkeit ist vielleicht diesen Eigenschaften mehr, als dem Nährstoffgehalte zuzuschreiben.

Wir werden das spezifische Gewicht, das Hohlraumvolumen (Porosität) und das Verhalten des rumänischen Tschernosems zur Wärme und zum Wasser im allgemeinen betrachten.

Das spezifische Gewicht ist, infolge des verhältnismäßig großen Reichtums dieser Böden an Humus,[2]) ihres

[1]) Für Wasserkapazität und Kapillarität sind einige von mir im Laboratorium des Landwirtschaftl. Institutes ausgeführt worden.

[2]) Das spezifische Gewicht der hauptsächlichsten Mineralbestandteile beträgt 2,4 bis 2,8, jenes des Humus ist nur halb so groß. Mitscherlich, Bodenkunde usw. S. 22.

hohen Gehaltes an Feinerde und ihrer feinkrümeligen Struktur, wodurch das Hohlraumvolumen sich vergrößert, im Vergleich mit Böden anderer Typen nicht hoch. Bei sandigen Schwarzerden ist das spezifische Gewicht und die Porosität, die im umgekehrten Verhältnis zu einander stehen, größer bzw. kleiner als bei Tschernosemböden, die dem Lößlehme angehören.

Die Größe des Porenvolumens ist außer den biologischen Faktoren (durch die Tätigkeit der Wühler hervorgerufenen Hohlräumen) von der Größe der Bodenteilchen und ihrer Oberfläche insofern abhängig, als mittlere Größe der Teilchen, also auch der Bodenoberfläche, das Maximum des Porenvolumens zu erreichen ermöglicht. Beim Größerwie auch beim Kleinerwerden der Oberfläche nimmt das Hohlraumvolumen ab. Die rumänischen Schwarzerden besitzen trotz ihrer Feinheit infolge der Krümelstruktur eine relativ große Porosität.

Die Verteilung des Porenvolumens und seine Verzweigung ist eine Funktion der Bodenoberfläche, insofern diese der Ausdruck für die Korngröße der Bodenbestandteile ist. Je größer die Oberfläche der Bodenteilchen, d. h. je kleiner die Teilchen selbst sind, desto größer und verzweigter ist das Porenvolumen. Infolge der Feinkörnigkeit sind die rumänischen Schwarzerden, wenn sie mit Wasser gesättigt werden, lockerer als im trockenen Zustande, da die festen Teilchen durch die Moleküle des Wassers auseinandergedrängt werden. Auf die Veränderung des Porenvolumens, d. h. auf die Dichtigkeit der Lagerung üben die mannigfaltigsten Faktoren einen Einfluß aus. Die Niederschläge wirken sowohl rein mechanisch, wie auch durch Auswaschen der löslichen Salze auf die Zerstörung der Krümelstruktur und so verursachen sie eine dichtere Lagerung des Bodens. Der Frost wirkt dagegen lockernd, indem das sich bildende Eis die Bodenstücke auseinanderreißt und zur Bildung von Krümeln führt. Ferner wirkt eine rationelle Bodenbearbeitung, bei einer nicht zu hohen oder zu geringen Feuch-

tigkeit, wesentlich auf die Lockerung der Bodenstruktur, wenigstens in der Ackerkrume und den obersten Schichten des Untergrundes.

Die Wärmeverhältnisse des Tschernosems werden bedingt und geregelt durch seine hohe Wärmekapazität, seine Fähigkeit zur Absorption und Emission von Wärmestrahlen und durch seine Fähigkeit, die Wärme zu leiten.

Die Wärmekapazität des Tschernosems muß theoretisch höher sein, als bei Böden anderer Typen, da sie reich sind an Humus, dessen spezifische Wärme (0,477 bis 0,507)[1]) doppelt so hoch ist, wie die Wärmekapazität pro Gewichtseinheit der mineralischen Bodenteilchen (0,196 bis 0,203).[2]) Die spezifische Wärme oder die Wärmekapazität pro Gewichtseinheit setzt sich aus den spezifischen Wärmen der einzelnen Bodenbestandteile zusammen und variiert mit denselben. Auf Grund dieser Daten kann man annehmen, daß die spezifische Wärmekapazität der rumänischen Schwarzerden um 0,25 schwankt.

Da die Volumen-Wärmekapazität sich für alle Bestandteile des Bodens, sowohl für die mineralischen (0,517 bis 0,576) als auch für den Humus (0,601)[3]) wenig unterscheidet, ist diese bei den verschiedenen Tschernosemböden annähernd gleich und schwankt zwischen 0,5 bis 0,6. Im allgemeinen nimmt die Volumen-Wärmekapazität mit dem Steigen des Volumengewichtes der Böden zu. Die Struktur des Bodens spielt hier insofern eine wesentliche Rolle, als sie die Größe des Porenvolumens bedingt. Ausschlaggebend für die Wärmekapazität ist der Gehalt des Bodens an Wasser, da er eine Steigerung der spezifischen Wärme verursacht, was gleichbedeutend mit größerem Verbrauch von Wärme zur Vermehrung der Temperatur ist.

Die Absorption und Emission von Wärmestrahlen (Wärmeleitungsfähigkeit) findet natürlich nur an der Oberfläche des Bodens statt. Die dunkle Färbung des Tscherno-

[1]) u. [2]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 25.

[3]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 26.

sems hat auf die Wärmeaufnahme und -Ausstrahlung einen Einfluß, insbesondere wenn der Boden noch nicht bewachsen ist. Er erwärmt sich eher als helle Böden, daher werden auf den Schwarzerden die Saaten früher auflaufen. Die Farbe hat jedoch keine allzugroße Bedeutung für die Erwärmung der Schwarzerde; auf deren Verhalten zur Wärme übt der momentane Wasser- und Luftgehalt einen weit größeren Einfluß aus. Bei derselben Temperatur erwärmt sich der feuchte Boden viel weniger, als wenn er trocken ist. Nicht unbedeutend für die Höhe der Wärmeabsorption ist ferner die Neigung der Bodenoberfläche gegen den Horizont und die Exposition nach Süden, da ihm größere Mengen der Wärmestrahlen zugute kommen.

Zwischen Schichten des Bodens mit verschiedener Temperatur findet infolge der Wärmeleitung ein ständiger Ausgleich der Temperatur statt, indem die Wärme von der Wärmequelle aus sich gleichmäßig nach allen Richtungen im Boden verteilt. Sie wird je nach dem Volumen, welches von Wasser, Luft und festen Bodenteilchen eingenommen wird, geleitet, denn die Wärmeleitungsfähigkeit dieser Bodenkomponenten ist sehr verschieden.[1]) Die der festen Bodenteilchen beträgt 0,001—0,006, des Bodenwassers 0,00124 und die Wärmeleitungsfähigkeit der Bodenluft nur 0,00005. Die einzelnen Bodenteilchen sind durch Lufthüllen voneinander getrennt, deren Leitungsfähigkeit nahezu gleich null ist. Daraus geht hervor, daß in einem nur aus festen Teilchen und Luft bestehenden, also absolut trockenen Boden die Wärmeleitung am schwächsten ist. Das Wasser, das im Boden die Lufthülle der festen Teilchen verdrängt, stellt gewissermaßen einen Kontakt für Wärmeleitung zwischen den einzelnen Teilchen her, denn das Wasser steht in Bezug auf seine Leitfähigkeit ihnen nahe. Da es sich bei den rumänischen Schwarzerden um humusreiche und feinerdige Böden handelt — der Humus trägt zur Auflockerung des Bodens und somit zur Vergrößerung des Porenvolumens

[1]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 212.

bei — ist ihre Wärmeleitungsfähigkeit (insbesondere im trockenen Zustande) nicht hoch. Im allgemeinen muß sie etwas steigen, parallel mit dem Sinken des Humusgehaltes und mit dem Anwachsen des Gehaltes an großkörnigem Material. Der Wassergehalt des Bodens ist schließlich für seinen Wärmehaushalt insofern von Einfluß, als durch die Verdunstung an der Oberfläche ein Teil der zur Verfügung stehenden Wärme verbraucht wird.

Die Benetzungswärme, d. h. die Wärme, die frei wird, wenn man ganz trockenen Boden mit Wasser benetzt, ist durch keine Beobachtung, nicht einmal annähernd, festgestellt worden. Es ist dagegen der Einfluß warmer Niederschläge auf die Temperatur der kühleren Bodenschichten allgemein bekannt, die dadurch natürlich eine schnellere Erhöhung erfährt.

Im Zusammenhang mit der Struktur des Bodens (der äußeren Bodenoberfläche) und mit seinem Gehalt an Wasser und Luft steht die sogenannte Bindigkeit, eine physikalische Eigenschaft, die für die Bodenbearbeitung sehr wichtig ist. Da die Bindigkeit und die damit zusammenhängende Adhäsion des Bodens an Holz und Eisen, ferner der Trennungswiderstand der einzelnen Bodenteilchen und des Bodens als Ganzes, die leichte und schwere Bearbeitbarkeit und der Widerstand gegen die Arbeitsgeräte zu wenig scharf bestimmbare und auch zu schnell in demselben Boden wechselnde Größen sind, lassen sich hierüber kaum Angaben machen.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die rumänischen Schwarzerden bindig, relativ zähe und kompakt sind und im trockenen Zustande der mechanischen Pulverisation durch die Bearbeitung großen Widerstand entgegensetzen. Die Böden, die weniger Ton enthalten, sind minder zähe, durchlässiger für Wasser, sind aber desto mehr dem Austrocknen ausgesetzt, wodurch die Vegetation in den trockenen Jahren unter Wassermangel mehr leidet.

Der Widerstand, den der Boden dem Eindringen des Pfluges entgegensetzt, ist im Krümelzustande geringer, als im Zustande der Einzelstruktur. Der Humus weist einen geringeren Trennungswiderstand als der feinste Quarzsand auf. Die Adhäsion (Klebrigkeit) ist beim Ton die größte, beim Quarzsand die niedrigste, während die Werte für den Humus zwischen diesen beiden Extremen liegen. Das Anhaften des in feinkrümeliger Struktur befindlichen Bodens ist wesentlich kleiner, als bei einem, dessen Krümel durch Pulverisieren teils in ihrer Größe sehr reduziert, teils auch ganz beseitigt sind. Der Humus schwindet beim Austrocknen sehr stark, noch stärker als der Ton, trotzdem ist seine Festigkeit und Klebrigkeit sehr gering.

Durch die Krümelstruktur, den Humusgehalt und die Pflanzenreste wird in vielen Fällen die Bindigkeit der feinerdigen Tschernosemböden wesentlich gemildert. Ferner wird sie auch durch die Einwirkung des Frostes auf den feuchten Boden bedeutend vermindert. Indem das Wasser in den kleinen Hohlräumen des Bodens gefriert, werden die Erdteilchen aus ihrer Lage gerückt und ein Teil der kapillaren Poren dermaßen erweitert, daß das Wasser herausfällt, was eine Herabsetzung der Wasserkapazität zur Folge hat. Es ist in Rumänien alle Veranlassung vorhanden, uns die Einwirkung des Frostes, der gewöhnlich bis auf beträchtliche Tiefen gelangt, dadurch zu sichern und zunutze zu machen, daß wir den Boden vor Winter tief beackern und in möglichst rauhe Furchen legen.

Nun gelangen wir zu einer für den rumänischen Tschernosem sehr wichtigen physikalischen Eigenschaft, nämlich zu seinem Verhalten gegen Wasser, das sich in der Hygroskopizität, der Wasserkapazität, der Kapillarität u. a. äußert.

Das Bodenwasser ist neben den festen Mineralien ein Hauptbestandteil des kulturfähigen Bodens und auf das Hohlraumvolumen des Bodens angewiesen. Hier wird das Wasser sowohl durch die Adhäsionskraft, die die festen Teilchen auf das Wasser ausüben als auch durch die Ober-

flächenspannung des Wassers zurückgehalten. Die erste Kraft äußert sich in den Benetzungs-, die andere in den Kapillaritätserscheinungen. Diejenige Wassermenge, die der Boden durch Adhäsionskraft, d. h. physikalisch aufzunehmen vermag, wird als Hygroskopizität bezeichnet. Diese ist eine Funktion der Oberfläche, folglich wird sie desto größer, je feiner die Bodenteilchen sind. Der Boden hält das physikalisch gebundene Wasser so fest, daß es von der Pflanze nicht aufgenommen werden kann, und somit hat es für diese keinen Wert. Die Hygroskopizität wird trotzdem bestimmt, weil dadurch die Bodenoberfläche sich besser als durch die mechanische Analyse feststellen läßt, und dient als ein Maßstab zur Bonitierung der Böden. Es ist hierbei zu bemerken, daß das Wasser nicht nur die äußere Oberfläche der Bodenteilchen benetzt, sondern teilweise auch in ihr Gefüge eindringt, so daß in der Hygroskopizität auch ein Teil der sogen. „mizellaren" inneren Oberfläche zum Ausdruck kommt. Diese Oberfläche geht mit der Feinheit der Bodenteilchen Hand in Hand.

Die Hygroskopizität des Humus ist größer als die der mineralischen Bestandteile; unter diesen ist die des Tones am größten.[1])

Die Hygroskopizität der rumänischen Schwarzerden, die ja vorwiegend humusreich und feinerdig sind (viele abschlämmbare Teile enthalten), ist hoch; bei den stark sandigen, wenig humusreichen Böden muß sie beträchtlich kleiner sein.

Durch die Zusammenlagerung der festen Bodenteilchen entstehen zwischen ihnen Kapillaren, die sich bei der Befeuchtung des Bodens mit Wasser füllen. Dieses kapillar gehaltene Wasser entstammt den Niederschlägen, der wichtigsten Wasserquelle, und hat für die Pflanzen die größte Bedeutung.

---

[1]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 71 u. 72.

Die Wasserkapazität, d. h. diejenige Wassermenge, die vom Boden zurückgehalten wird, hängt von der mechanischen Zusammensetzung des Bodens ab und ist um so größer, je feiner die Bodenteilchen sind. Ferner wird das Regenwasser nur in kapillaren Hohlräumen zurückgehalten und zwar um so mehr, je feiner die Kapillaren sind.

Die Wasserkapazität steigt mit abnehmender Größe, also zunehmender Bodenoberfläche, jedoch nicht proportional, da auch die Lagerung der einzelnen Teilchen hier mitspricht.

Mitscherlich teilt folgende Daten mit, umgerechnet auf 100 ccm Boden:

	Wasserkapazität	Bodenoberfläche
Moorboden	72	24400 ccm
Strenger Tonboden	69	16100 „
Sandiger Lehmboden	34	4000 „
Sandboden	33	2300 „

Beim Humus ist die Wasserkapazität am größten, beim Sand am kleinsten.[1])

Wasserkapazität	Gewichtsprozente				Hygroskopizität Gew.-Proz.
	nach Schübler	nach Trommer	nach Wollny größte	kleinste	
Quarzsand	25	26—32	29,1	19,4	0,0
Ton	87	70	55,9	45,9	5—25
Humus	191	180	253,6	106,5	25—50

Die Wasserkapazität der Schwarzerden in ihrem natürlichen Gefüge ist nicht untersucht worden, so daß auch diese physikalische Eigenschaft nur in den allgemeinsten Zügen zu charakterisieren möglich ist.

Die „größte Wasserkapazität", d. h. die mögliche vom Boden zurückgehaltene Wassermenge, deckt sich mit dem

[1]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 181.

Gesamthohlraum-Volumen. Hierbei ist natürlich auf die Volumenänderungen des Bodens Rücksicht zu nehmen. In Anbetracht der großen Porosität der Schwarzerden muß die Wasserkapazität eine hohe sein.

Für die kleinste Wasserkapazität der Schwarzerden bei ihrer natürlichen Lagerung liegen ebenfalls keine Daten vor. Sie ist im Zusammenhange mit dem Reichtum der Böden an Humus und an abschlämmbaren Teilen hoch. Bei künstlichem Gefüge — dies hat keinen großen Einfluß auf die Höhe der kleinsten Wasserkapazität — sind die Ergebnisse der drei von mir untersuchten Proben anzuführen.

Schwarzerde	Kleinste Wasserkapazität in Prozenten vom Gewicht des trockenen Bodens.
auf Sand	21,7
auf Löß	34,4
auf Ton	37,5

Aus diesen Zahlen können wir ersehen, daß die Wasserkapazität der rumänischen Schwarzerde sehr groß ist. Mit Abnahme des Humusgehaltes und mit Steigerung der Großkörnigkeit fällt sie schnell. Die verschiedenen Tschernosemböden weisen hinsichtlich des Wertes der Wasserkapazität große Unterschiede auf. Sie ist größer bei den tonreichen Böden, eine Tatsache, die diese Böden sehr widerstandsfähig gegen Austrocknen macht und so unter unseren klimatischen Verhältnissen eine sehr wichtige Eigenschaft bildet.

Von großer Bedeutung wäre es, durch Beobachtungen der Schwarzerden bei ihrem natürlichen Gefüge das Verhältnis des vom Wasser in den einzelnen Bodenschichten eingenommenen Volumens zur „größten Wasserkapazität" oder zum Porenvolumen festzustellen, denn nur solche Beobachtungen können wirkliche Anhaltspunkte für das Verhalten der Böden in der Natur geben.

Wie wechselnd nach den Schichten des Bodens der Ge-

halt an Wasser in den Böden sein kann, zeigen folgende Daten:

Tiefe der Bodenschicht	Vom Wasser eingenommene Prozente des Bodenvolumens im Diluvialsand:[1])			
	1. Profil	2. Profil	3. Profil	4. Profil
11 cm	8,62	6,41	22,46	3,12
20—31 „	3,83	4,46	10,77	6,66
40—51 „	3,3	4,84	10,35	6,56
60—71 „	4,54	7,0	10,89	6,52
80—91 „	4,41	6,47	13,41	6,96

Es ist selbstverständlich, daß bei derartigen Untersuchungen die Verdunstung und die Niederschläge in Rechnung zu ziehen sind. Insbesondere ist hier auch die Versorgung des Bodens mit Wasser vom Untergrund her, mit anderen Worten, die Steighöhe des Wassers im Boden zu berücksichtigen. Im allgemeinen kommt jedoch für natürliche Bodenverhältnisse diese Steighöhe, wegen der zu großen Tieflage des Grundwassers in dem rumänischen Tschernosem, wenig in Betracht, abgesehen von niedrig gelegenen Gründen.

Die Steighöhe des Wassers ist um so größer, je enger d. h. je wirksamer die kapillaren Hohlräume, je kleiner also die Bodenteilchen sind und je enger ihre Lagerung ist. Dabei ist jedoch nicht zu vergessen, daß in so engen Kapillaren die Reibung hoch ist und so die Durchlässigkeit für Wasser praktisch den Nullpunkt erreicht. Jedenfalls stellt eine mittlere Korngröße und eine mittlere Dichtigkeit der Lagerung ein Optimum für den Aufstieg des Wassers im Boden dar.

Nach Untersuchungen von Mitscherlich ist die wasserhebende Kraft des Quarzsandes am größten, des Humus bedeutend kleiner und die des Tons am kleinsten.

---

[1]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 183.

Kapillare Steighöhe des Wassers in cm[1])

nach	im Quarz	Humus	Ton
1 Stunde	16,4	9,2	3,0
6 Stunden	37,4	19,0	7,2
24 „	63,5	27,8	15,0
48 „	82,8	33,5	19,0

Der Humus leitet das Wasser langsamer als der Quarz und der Ton am langsamsten. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die für die Leitung des Wassers und für den Leitungswiderstand in Betracht kommende äußere Bodenoberfläche beim Ton am größten, sodann beim Humus und beim Quarzsand am geringsten ist.

Für die wasserhebende Kraft der rumänischen Schwarzerde in ihrer natürlichen Lagerung besitzen wir keine Daten, so daß wir uns darauf beschränken müssen, die Zahlen der von mir im landwirtschaftlichen Laboratorium in Leipzig ausgeführten Bestimmungen anzuführen.

	Höhe des Steigens des Wassers in cm in der Zeit von:					
	30 Minuten	1 Stund.	6 Stund.	24 Stund.	48 Stund.	30 cm wurd. erreicht in
Sand. Tschernosem	7,4	11,1	19,4	38,4	—	15 St. 20 Min.
lößart. „	5,2	8,3	17,3	26,2	41,8	27 „ — „
toniger „	4,8	6,3	14,5	23,5	27,2	32 „ 30 „

Zur Hebung des Wassers auf eine Höhe von 30 cm sind bei tonigen und lehmigen Schwarzerden zirka 29 Stunden erforderlich; in sandigen steigt das Wasser auf dieselbe Höhe bedeutend schneller.

Was die Kapillaren des Bodens von den Niederschlägen nicht zu halten vermögen, fließt als Sickerwasser in tiefere Schichten desselben ab, bis es sich auf undurchlässigen Schichten als Grundwasser staut.

Wenn Wasser in den Niederschlägen auf trockenen

[1]) Mitscherlich, Bodenkunde S. 187.

Boden gelangt, wird es von diesem zunächst nicht gleich aufgenommen, es ist vielmehr der Benetzungswiderstand der Bodenteilchen zu überwinden. Ist dies einmal geschehen, so geht die Aufnahme des Wassers in den Boden schneller vor sich. Infolge der Schwerkraft strebt das Wasser nach unten und zwar um so schneller, je geringere Widerstände es zu überwinden hat. Diese sind in den festen Bodenteilchen selbst als rein mechanische Hindernisse zu suchen; des weiteren in der Adhäsion des Wassers an den Teilchen und seiner Reibung an ihnen, die um so stärker wirkt, je enger die kapillaren Hohlräume sind, d. h. je feiner die Teilchen sind und je größer die Dichtigkeit ihrer Lagerung ist.

Je geringer die Größe der Einzelteilchen oder je größer die äußere Oberfläche der Gewichtseinheit des Bodens ist, desto dichter sind sie zusammengelagert, desto geringer und verzweigter das Porenvolumen und damit die Durchlässigkeit für Wasser. Der Abfall der Durchlässigkeit mit der Korngröße ist ganz deutlich, so daß es klar ist, daß der Ton z. B. praktisch gänzlich undurchlässig ist. Alle Umstände, die eine Vergrößerung des Hohlraumvolumens bewirken, wie die Krümelung des Bodens u. a., vermehren natürlich die Durchlässigkeit und umgekehrt. Wegen der Quellbarkeit einzelner Substanzen (Kolloide), die das Porenvolumen verringern, ist auch die chemische Natur der Bodenteilchen von Bedeutung. Der Boden in der Krümelstruktur läßt das Regen- und Schneewasser viel leichter und tiefer eindringen, als ein dicht gelagerter Boden, weil die Krümel als poröse Körner wirken.

Infolge des relativ hohen Gehaltes an Ton und Humus dringt das Wasser in die rumänischen Schwarzerden sehr langsam ein. Je weniger Ton sie enthalten, desto durchlässiger sind sie und umgekehrt, so daß wir sagen können, die rumänischen Tschernosemböden sind im allgemeinen schwer durchlässig. Diese wenig ausgesprochene Durchlässigkeit ist dennoch genügend, um ein ganz tiefes Anwurzeln zu gestatten, das für Pflanzen wie Luzerne sogar

bis mehrere Meter gehen kann, und verhindert zugleich, daß das Regenwasser schnell durchsickert und sich in große Tiefen verliert.

Große Durchlässigkeit ist unter unserem kontinentalen, trockenen Klima ein Fehler, denn, da der Regen häufig mangelt, leiden gerade die weniger tonigen und sandigen Böden, die selbstverständlich durchlässiger sind, zuerst unter Trockenheit.

Die Wasserverdunstung des Bodens ist von den für die Wasserverdunstung maßgebenden Faktoren — Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung — und von der Größe der Oberfläche, aus der das Wasser verdunsten kann, abhängig. Alle Verhältnisse, die auf die Erwärmung des Bodens einen Einfluß haben, üben natürlich auch einen solchen auf die Wasserverdunstung aus, so die Bodenfarbe, die Neigung der Oberfläche, ihre Exposition und Inklination usw. Ferner, je trockener die Luft ist, desto mehr Wasser verdunstet, so daß die Wasserverdunstung proportional mit dem Sättigungsdefizit ist.

Im allgemeinen wird die Wasserverdunstung um so größer sein, je feiner die Bodenpartikelchen sind; weiter hängt die Verdunstung des Wassers aus dem Boden von dem Wassergehalte und von seiner Wasserleitungsfähigkeit ab. Die Austrocknung des Bodens geht um so langsamer vor sich, je mächtiger die Bodenschicht ist, d. h. je weiter das Wasser aus der Tiefe bis zur Oberfläche zu wandern hat. Bei sonstiger Gleichheit aller Umstände wird die Verdunstung um so geringer, je weniger Wasser im Boden enthalten ist, denn die molekularen Kräfte der Adhäsion usw. wirken der Wasserabgabe entgegen.

Die Feinerdigkeit der Schwarzerden, die Trockenheit der Luft und die hohen Temperaturen bewirken eine große Verdunstung des Bodens an Wasser. Die in dreijähriger Beobachtung mittels eines Evaporimeters von Pichon zu Braila gesammelten Daten sind folgende:

	Niederschläge		Relative Luft-	Verdunstung	
	in mm	in %	feuchtigkeit	in mm	in %
Winter	87	20,5	82,7	12,6	1,5
Frühjahr	111	26,1	69,0	244,9	26,3
Sommer	139	32,7	62,0	470,3	50,6
Herbst	88	20,7	72,8	200,7	21,6
Im Jahre	425	100,0	71,6	928,5	100,0

Die verdunstende Wassermenge ist fast doppelt so groß wie die Niederschläge, und ist im Sommer am größten, wo sie 50,6% der jährlichen Wasserverdunstung beträgt. Da die Verdunstung sich mit der Abnahme der Bodenfeuchtigkeit verringert, ist sie für den Boden viel kleiner, doch können diese Zahlen als Anhaltspunkte für die große Wasserverdunstung des rumänischen Tschernosems dienen.

Eine Vergrößerung der verdunstenden Oberfläche durch Schälen, Hacken, Häufeln hat eine Verstärkung der Wasserabgabe in der Oberflächenschicht zur Folge. Nach kurzer Zeit wirkt aber die gelockerte Oberfläche infolge der Störung der Kapillarität wie eine schützende Hülle, und die Wasserverdunstung sinkt ganz erheblich. Die Aufgabe einer rationellen Bodenbearbeitung, Verdichtung und Lockerung der Oberfläche zur rechten Zeit, ist die, der Pflanze in den durch das Klima gesteckten Grenzen das Optimum ihres Wasserbedarfes zu bieten.

Nach der Ernte einer Frucht, Weizen oder Mais, bleibt das Feld bis zum Herbste unberührt liegen. Ein Stürzen der Stoppeln ist in Rumänien nirgends üblich. Da die Frucht meistens gleich nach dem Schnitt vom Felde geräumt wird, könnte dies mittels des rasch und billig arbeitenden Dreischarpfluges erfolgen. Dadurch wird der Boden, welcher nach Abmähen des Getreides sich in einem gewissen Grade von Mürbheit und Offenheit befindet, ein Zustand, den man als Schattengare bezeichnet, vor einer Austrocknung im Sommer geschützt. Diese Maßnahme ist sehr wichtig, weil man oft beim Klima Rumäniens mit der Herbstfurche solange warten

muß, bis es geregnet hat, wodurch eine Verzögerung der Herbstbestellung eintritt, deren Folge eine nicht genügend kräftige Entwicklung der Pflanzen bis zum Winter ist, so daß sie einer Auswinterung stark ausgesetzt sind.

Eine Verminderung der Wasserverdunstung wird auch durch Bearbeitung des Bodens mit Kultivatoren als Ersatz der Frühjahrsfurche und durch rechtzeitiges Eggen im Frühjahr erzielt, zu einer Zeit, in der die trockenen Winde einsetzen und eine starke Verdunstung des aufgespeicherten Wassers des über Winter in rauher Furche gelassenen Bodens verursachen.

Ferner wäre bei den rumänischen Tschernosemböden, die tiefgründig und relativ humusreich sind, ein tiefes Pflügen sehr geeignet, denn dies würde, infolge der günstigen Beschaffenheit der tieferen Bodenschichten durch deren teilweises Heraufholen, die Zusammensetzung der Krume nicht nachteilig beeinflussen. Dadurch wird aber auch eine bessere Aufnahme und Verteilung der Winterfeuchtigkeit im Boden ermöglicht, sowie eine kräftigere Entwicklung des Wurzelsystems herbeigeführt, die die Wasserverhältnisse für die ganze Vegetationszeit im günstigen Sinne beeinflussen.

Siebentes Kapitel.

Die chemische Zusammensetzung.

Die chemischen Bestandteile der rumänischen Tschernosemböden ergeben sich, nach dem bei der Genesis dieser Böden Ausgeführten, einerseits aus den Bestandteilen der stark verwitterten Muttergesteine, andererseits aus der Zersetzung der üppigen Steppenflora, und somit können wir als typische Züge dieser Bodenart hervorheben: den relativ hohen Gehalt an Humusstoffen und dementsprechend den Reichtum der rumänischen Tschernosemböden an Stickstoff und für den mineralischen Teil einen verhältnismäßig großen Reichtum an Stoffen, die durch Salzsäure zersetzt und gelöst werden, d. h. an dem sog. Zeolithen-Anteil.

Der Gehalt der einzelnen Elemente in den Schwarzerden schwankt in ziemlich weiten Grenzen und ist hauptsächlich von der Zusammensetzung derjenigen Gesteine, aus denen sie hervorgegangen sind, abhängig. Dieser Zusammenhang ist hierbei besonders stark ausgeprägt, weil bei ihrer Bildung Auslaugungsprozesse relativ schwach in Erscheinung treten.

Weiter kommen bei der Anreicherung der rumänischen Tschernosemböden an Salzen und somit an Pflanzennährstoffen andere drei Momente in Betracht, die ihren Reichtum bedingen, nämlich die Verwitterung oder der Grad der Verwitterung der bodenbildenden Gesteine, die Absorption der Bodenbestandteile für Pflanzennährstoffe und schließlich der Grad der Auslaugung.

Die im Boden verwesende Pflanzensubstanz erzeugt CO_2, die durch lange Einwirkung die Silikate, Feldspat,

Gips und andere leicht verwitternde Mineralkörner des Bodens aufschließt. Hierbei bilden sich kolloidale Silikate, kolloidale Tonerden, und die Basen der Alkalien und Erdalkalien werden frei. Diese verbinden sich zu Salzen mit den Säureanhydriden CO_2, SO_3, Cl, die zum größten Teil aus den Mineralien des Bodens, teils aber auch aus dem Regenwasser und aus dem Aschengehalt der verwesten Pflanzen stammen. Für die Menge der dabei gebildeten Salze ist, wie schon oben angedeutet, die Zusammensetzung des ursprünglichen Muttergesteins von großer Bedeutung.

Diese läßt sich aber bei der mehrfachen Umlagerung der Steppenböden nicht überall mit Sicherheit feststellen. Jedoch finden sich in der rumänischen Steppe zwei durch den Wind sortierte Bodenarten vor: Löß und Sand. Von diesen ist der Löß der salzreichere. Da er feinere, stärker zerriebene Materialien enthält, müssen in ihm die weicheren oder leichter verwitternden Mineralien, wie Feldspate, Glimmer, Gips usw. in der Mehrzahl vertreten sein, während im Sande hauptsächlich der salzarme, harte Quarz vorherrscht. Dazu kommt noch die leichtere Auslaugung der Salze im Sandboden in Betracht. Wie aus den Untersuchungen[1]) von Smith, Passerini und anderen Forschern hervorgeht, führt das Regenwasser nicht unbedeutende Mengen an Cl und SO_3 mit sich.

Von großer Bedeutung für die Bildung der Salze ist weiter die Steppenvegetation, indem ihre Mitwirkung vielseitig ist. Die Pflanzenwurzeln vermögen durch die ausgeschiedene CO_2 und andere organische Säuren, wie Ameisensäure u. a., die Mineralien aufzuschließen; in dem Aschengehalt der abgestorbenen Pflanzen werden dem Boden große Mengen an löslichen Salzen zugeführt und schließlich die verwesende organische Substanz fördert durch die dabei entstandene CO_2 die Aufschließung der Bodenmineralien.

Die in der Bodenlösung, d. h. in dem Bodenwasser mit seinen gelösten Stoffen befindlichen Salze erfahren im Boden

[1]) Wollny, Forschungen 1894. Bd. XVII. S. 377.

mehrfache Umsetzungen und wandern mit der Bodenfeuchtigkeit ein und ab.

Puchner[1]) fand bei seinen Untersuchungen, indem er Salzlösungen von bekanntem Gehalt in einer Bodensäule aufsteigen ließ und dann die verschiedenen Abschnitte derselben auf ihren Gehalt an löslichen Salzen untersuchte, daß die Bodenbestandteile sowohl Basen, wie auch Säuren der aufsteigenden Lösung festhalten können.

Diese Absorption der Bodenteile erfolgt in der Wiese, daß aus einer im Boden schon vorhandenen chemischen Verbindung eine Base austritt, in der Regel Kalzium oder Magnesium, und durch eine andere ersetzt wird, teils so, daß die kolloidalen und humosen Stoffe des Bodens Basen aus der Lösung aufnehmen, sie physikalisch durch rein molekulare Anziehung der Oberfläche oder chemisch als Doppelverbindungen festhalten und nur an gewisse Lösungsmittel wieder abgeben.

Ferner zeigt Lemberg,[2]) daß ein wasserhaltiges Silikat durch CO_2-haltiges Wasser nicht nur das Kali verlieren, sondern daß es später aus einer kalihaltigen Lösung den Verlust nahezu vollständig ersetzen kann.

Die Absorption ist also ein Austausch von Salzen zwischen Lösung und Bodenteilchen, der mit verschiedener Schnelligkeit vor sich gehen kann, bis der Boden gesättigt ist. Die Böden der ariden Gebiete befinden sich meist im absorptiv gesättigten Zustande.[3]) Es werden hierbei aus der Bodenlösung vornehmlich die Alkalien und zwar meist das Kali absorptiv gebunden, während die Erdalkalien ausgeschieden werden. Die Kraft, mit der die Alkalien in den Verbindungen festgehalten werden, ist sehr groß, denn aus dem kolloidalen Silikat, welches bei der Verwitterung

[1]) Wollny, Forschungen 1897. Bd. XX. S. 1.
[2]) Ramann, Bodenkunde S. 56 u. f.
[3]) Ramann, Bodenkunde S. 57 u. 58.

des Ortoklas entsteht, kann durch konzentrierte HCl fast gar kein Kali (nur 0,82%) gelöst werden.[1])

Außer den wasserhaltigen Silikaten (Zeolithe) ist weiter der Humus ein wichtiger Träger der großen Absorptionskraft der rumänischen Tschernosemböden; der Stickstoff befindet sich in diesen in der sehr schwer und nur langsam löslichen organischen Verbindung.

Wir können das Gesagte kurz zusammenfassen, indem wir die Absorption, die sowohl durch chemische und physikalische, als auch durch chemisch-physikalische Erscheinungen bedingt ist, bei den Schwarzerden als groß bezeichnen, weil diese Böden reich an Humus und an tonigen Teilen sind, d. h. an den in chemischer und physikalischer Hinsicht tätigen Stoffen. Diese Eigenschaft der rumänischen Tschernosemböden hat zu ihrer schwachen Auslaugung beigetragen.

Die infolge der starken Verwitterung in großem Maße gebildeten schädlichen Salze sind durch die Niederschläge ausgewaschen. Bei dem Auslaugungsprozeß sind aber, wie die neueren Untersuchungen gezeigt haben, außer den Niederschlägen noch folgende Faktoren von Bedeutung.

Von dem in den Niederschlägen dem Boden zugeführten Wasser läuft ein Teil als Binnenwasser an der Oberfläche ab, ein anderer Teil wird im Boden zurückgehalten und nur der Überschuß gelangt als Sickerwasser mit den darin aus dem Boden gelösten Salzen im Untergrund zum Abfluß. Infolgedessen hängt die Auslaugung der Salze nicht von der Menge der örtlich fallenden Niederschläge ab, sondern von der Menge Wasser, welches in den Boden tief eindringt, um einen Abfluß der Salze ins Grundwasser herbeizuführen.

Ein wichtiger Umstand hierbei ist die Verteilung der Niederschläge auf das ganze Jahr. Ferner ist die Jahreszeit, in welcher die meisten Regen fallen, wegen der verschiedenen starken Verdunstung für die Auslaugung von Bedeutung.

[1]) Ramann, Bodenkunde S. 25 u. 67.

In den Gebieten der Winterlandregen sind die günstigsten Verhältnisse für die Entlaugung gegeben.

Im rumänischen Tschernosemgebiet fällt die größte Regenmenge im Sommer und die Niederschläge dieser Jahreszeit sind durch ihren wolkenbruchartigen Charakter für eine starke Auslaugung wenig geeignet. Man kann hier sehr gut beobachten, daß von den in kurzer Zeit herabströmenden Wassermassen nur ein verhältnismäßig kleiner Teil in den ausgedörrten Boden einzudringen vermag, der größte Teil läuft an der Oberfläche ab. Die wieder einsetzende Hitze saugt dann die geringe Feuchtigkeit wieder auf, so daß der Boden nach kurzer Zeit wieder trocken wird. Der Herbst ist relativ trocken und im Winter gefriert der Boden bis auf größere Tiefen, wodurch die Wasserbewegung in demselben aufhört. Im Frühjahr findet allerdings im Tschernosemgebiet eine Durchfeuchtung des Bodens bis auf große Tiefe statt, jedoch auch in dieser Jahreszeit konnte keine starke Auslaugung erfolgen, da die bald einsetzenden Winde das Wasser zum großen Teil wieder an die Oberfläche heranziehen, wo es verdunstet, und somit bleibt nur ein kleiner Teil für den Abfluß in den Untergrund übrig.

Aus all diesem sehen wir, daß hier klimatische Verhältnisse gegeben waren, die den Boden nur schwach auslaugen konnten, und in dieser Hinsicht stellen die rumänischen Schwarzerden Bodenbildungen dar, die nicht einseitig in Bezug auf einzelne Elemente verarmt sind, sondern es bleiben in ihnen alle Elemente in Form wiserstandsfähiger Minerale oder auch nach ihrer Überführung in beweglichere Verbindungen bewahrt, die eben den Pflanzen als Nährstoffquelle dienen. Aus diesem Grunde können wir sagen, daß sie nicht nur reich an Pflanzennährstoffen, sondern auch fruchtbar sind. Ein Übermaß an Salzen, das dem Pflanzenwachstum ungemein schädlich ist, wie in den Salz- und Sodaböden, ist hier nicht vorhanden.

Indem die mechanische Bodenanalyse uns hinlängliche Aufschlüsse über die in landwirtschaftlicher Beziehung so

wichtigen physikalischen Eigenschaften gibt, läßt die chemische Bodenanalyse erkennen, in welcher Menge sich die wichtigsten Pflanzennährstoffe im Boden finden, ohne jedoch durch sie feststellen zu können, in welcher Form sie vorhanden sind und ob sie sich für die Pflanzen in auf- oder nicht aufnehmbarer Form befinden. Deswegen können die Resultate der chemischen Bodenanalyse allein nicht als absolutes Kriterium für die Abschätzung der Fruchtbarkeit eines Bodens gelten. Dies trifft auch bei den von mir auf die wichtigsten Elemente, Stickstoff, Phosphorsäure, Kalk, Kali und Magnesia analysierten Tschernosemböden zu. In der Tat weisen viele Böden eine relative Armut an Phosphorsäure auf, weshalb wir geneigt sein könnten, sie als wenig produktiv zu bezeichnen; die Praxis zeigt uns jedoch, daß das nicht der Fall ist.

Nehmen wir zwei, in Bezug auf geologische Formation, mechanische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften gleiche Böden, so dürfte derjenige, der mehr Pflanzennährstoffe enthält (durch die Analyse ermittelt), fruchtbarer sein, als der weniger enthaltende Boden. So ist es zweifellos, daß, wenn wir die Fruchtbarkeit dieser zwei Böden vergleichen wollen, die chemische Analyse einen unbestreitbaren Wert gewinnt.

Die rumänischen Tschernosemböden werden gerade durch die Gleichförmigkeit ihrer geologischen Beschaffenheit, ihrer physikalischen Eigenschaften usw. charakterisiert. Da nun in ähnlichen Böden sich die Pflanzennährstoffe in derselben Form finden müssen, d. h. wenn in einem Boden die Elemente sich in einer mehr oder weniger für die Pflanzen aufnehmbaren Form befinden, so müssen sie ebenfalls in demselben Löslichkeitsgrade auch in den ähnlichen Böden vorhanden sein, so daß ihr relatives Verhältnis in einem Boden ein Anzeichen für ihre Fruchtbarkeit ist.

Nach Rümker gibt die chemische Bodenanalyse „hinreichend sicheren Aufschluß über den Gehalt eines Bodens an Kalk und Kali, aber inbetreff des N, P_2O_5 ver-

mag sie nicht klarzulegen, in welchem Löslichkeitsgrad diese Stoffe im Boden vorhanden sind".[1])

Bei der Aufschließung mit starken Säuren müssen die Werte stets zu hoch sein und die dabei ermittelten Nährstoffmengen stehen nicht immer im Verhältnis zum Grade der Fruchtbarkeit eines Bodens.[2]) Die Pflanzen sind zum größten Teil auf die löslichen Substanzen des Bodens angewiesen, sie nutzen ferner den Boden nur lokal aus, während die chemische Analyse ein Gesamtbild der in ihm befindlichen Elemente gibt.

Dieser letzte Einwand ist auch gegen die neuerlichen Bemühungen von Mitscherlich zu erheben, kohlensäurehaltiges Wasser zur Lösung des Bodens benutzen zu wollen. Auch hier werden die erhaltenen Werte stets zu hoch sein und es ist fraglich, ob ein Verhältnis zwischen den gefundenen Mengen und dem wirklichen Bedarf der Pflanze beim landwirtschaftlichen Anbau vorhanden ist.

Ferner beweisen die Mitscherlichschen Untersuchungen nicht, „daß kohlensäurehaltiges Wasser die Bodennährstoffe in gleichem Grade, wie die Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen aufzuschließen vermag"; denn „die aufschließende Wirkung der Pflanzenwurzeln ist nicht allein auf die ausgeatmete CO_2 zurückzuführen, sondern auch organische Säuren, wie Essig- und Ameisensäure u. a. spielen hierbei eine wesentliche Rolle "[3])

In jedem Klima wird das Verhältnis zwischen den Resultaten der Bodenuntersuchung und dem Bedarf der Pflanzen ein anderes sein. Mit dieser Einschränkung und um in allgemeinen Zügen die Resultate der Bodenanalysen interpretieren zu können, seien die von Wohltmann angegebenen Zahlen zitiert, die für anspruchvolle Kulturpflanzen Mitteldeutschlands zutreffen sollen.

---

[1]) v. Rümker, Grundfragen der Düngung S. 24.

[2]) Kirchner, Vorlesung ü. Allgemeine Ackerbaulehre Bl. 16.

[3]) Th. Pfeiffer und Blanck, Die Säureausscheidung der Wurzeln usw.

Bezeichnung des Bodens Feinerde (< 2 mm)	Nach seinem prozentigen Gehalt an:			
	mineralischen Nährstoffen[1])			Stickstoff[2])
	Phosphorsäure	Kali	Kalk und Magnesia	
sehr reich	mehr als 0,25	mehr als 0,2	mehr als 3,0	mehr als 0,3
reich	0 15—0,25	0,15—0,20	1,5—3,0	0,2—0,3
gut	0,10—0,15	0,10—0,15	0,5—1,5	0.1—0,2
mäßig	0,07—0,1	0,06—0,10	0,25—0,5	0,06—0,1
arm	0,04—0,07	0,03—0,06	0,1—0,25	0,03—0,06

Diese Zahlen können im allgemeinen als Basis zur Beurteilung der Böden dienen, ohne daß man ihnen jedoch absoluten Wert beilegen darf. Da die mineralischen Nährstoffe nur in Verbindung mit Sauerstoff, als P_2O_5, als Kalziumoxyd (Kalk) usw. und nur in Lösung von der Pflanze aufgenommen werden, sind sie in Prozenten als solche Verbindungen bei der Analyse ausgedrückt.

Auf diese Weise können wir uns nur im allgemeinen über den Gehalt der rumänischen Tschernosemböden orientieren, denn der Lösungsgrad der Nährstoffe in diesen kann sehr verschieden von dem der mitteldeutschen sein, je nach den Verbindungen, in denen sie sich befinden, und danach richtet sich auch das Kapital an Nährstoffen, die der Pflanze zur Verfügung stehen.

An der Hand der Daten in der Tabelle VII prüfen wir nun die Zusammensetzung der rumänischen Tschernosemböden betreffs der wichtigsten Pflanzennährstoffe, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Stickstoff, dann die Werte für Humus und Glühverlust.

Die Menge der Phosphorsäure ist relativ gering, sie schwankt im allgemeinen um 0,1 % herum, kann aber bis 0,068 %, wie bei der Probe 19, sinken. Von den 19 analysierten Böden weisen zehn einen Phosphorgehalt von 0,068

[1]) Wohltmann, Nährstoffkapital usw.

[2]) Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft Heft 17. Neue Erfahrungen auf dem Gebiete des Düngerwesens S. 26.

Tabelle VII.

Der prozentige Gehalt des absolut trockenen Bodens (bei 100°).

Lfde. Nr.[1])	Hygroskop. Wasser auf 100 g des luft-trockenen Bodens	Stickstoff N	Glühverlust	Humus	Stoffe, entzogen durch 25% kalten HCl-Auszug[2])			
					Kali K	Phosphorsäure P_2O_5	Kalk CaO	Magnesia MgO
1	1,932	0,211	4,732	3,04	0,178	0,0768	0,434	0,246
2	4,556	0,296	6,814	4,018	0,346	0,2171	0,652	0,314
3	3,444	0,201	5,26					
4	2,531	0,152	5,01	3,557	0,216	0,118	0,685	0,229
5	3,036		4,285					
6	2,128	0,2025	5,539	3,86	0,241	0,1174	0,643	0,397
7	3,714	0,253	7,02	4,27	0,2465	0,1074	0,835	0,285
8	2,848	0,282	6,14	3,74	0,2254	0,0946	0,752	0,401
9	3,25	0,236	6,024	3,26	0,2067	0,1094	0,683	0,285
10	3,262	0,304	8,21	5,293	0,2318	0,1342	0,865	0,383
11	3,368	0,287	7,05	4,17	0,2188	0,0945	1,003	0,514
12	3,172	0,27	6,46	4,095	0,138	0,092	0,602	0,24
13	2,948	0,351	6,85	4,725	0,328	0,0861	0,805	0,542
14	1,966	0,168	3,86		0,150	0,0837	2,321	0,733
15	1,427	0,236	4,05	2,826	0,221	0,1037	0,375	0,196
16	3,192	0,331	7,92	5,38	0,194	0,1733	1,349	0,614
17	3,026		4,55					
18	2,824	0,253	5,48	4,75	0,184	0,0701	0,956	0,467
19	2,973	0,242	5,72	3,8	0,165	0,068	0,625	0,301
20	2,891	0,346	8,01	5,596	0,168	0,1228	0,651	0,452
21	2,646	0,256	5,37	3,44	0,205	0,078	0,674	0,258
22	3,516	0,318	8,15	4,96	0,249	0,084	0,835	0,502

bis 0,1%, sieben von 0,1—0,15% und nur zwei einen solchen von 0,15—0,25% auf. Danach sind die rumänischen Schwarzerden als mäßig bis gut und nur relativ wenige als

[1]) Diese Nummern der Böden entsprechen den Nummern der Tabelle VI, in welcher die Beschreibung über den Ursprung und Ort angeführt ist.

[2]) In diesen Auszug gehen, im Vergleich zur heißen 10proz. HCl, weniger Stoffe über.

reich zu bezeichnen. Dieser gemeinschaftliche Grundzug zahlreicher Schwarzerden legt die Vermutung nahe, daß hier eine Gesetzmäßigkeit vo liegt.

Der Löß, das ausgedehnteste Muttergestein der Tschernosemböden in Rumänien, ist an sich ein phosphorsäurearmes Material, folglich mußten auch die darauf entstandenen Schwarzerden kleine Mengen von diesem Element enthalten.

Vergleichen wir die bei der chemischen Analyse gefundenen Mengen an P_2O_5 mit der durch die Praxis erwiesenen Fruchtbarkeit der Schwarzerden, so kommen wir zu ganz überraschenden Ergebnissen. Obwohl sie infolge ihres geringen Gehaltes an P_2O_5 als wenig produktiv zu bezeichnen wären, zeigen sie sich in der Praxis als sehr produktiv, eine Tatsache, die durch die hohen Erträge bestätigt wird. Dieser scheinbare Widerspruch zwischen den kleinen, durch die chemische Analyse ermittelten P_2O_5-Mengen und der durch die Praxis erwiesenen Fruchtbarkeit findet seine Erklärung, wenn wir die mineralische Beschaffenheit und die physikalischen Eigenschaften dieser Böden in Betracht ziehen. In der Tat, die extreme Feinheit der mineralischen Bestandteile, die diese Böden aufweisen, und ihre Gleichartigkeit in der mechanischen Zusammensetzung bis auf große Tiefen bewirken, daß sich die Pflanzennährstoffe im Boden gleichmäßig auf alle Erdmoleküle verteilen. Wenn auch ein Element auf die Gewichtseinheit des Bodens bezogen, in geringer Menge vorhanden ist, so ist doch die Zahl der Bodenpartikelchen, mit denen die in große Tiefen gehenden Wurzeln der Pflanzen in Berührung kommen, sehr groß. Wir können annehmen, daß dieses bedeutende Volumen die Unzulänglichkeit des prozentischen Gehaltes an Phosphorsäure ausgleicht.

Ferner liegt die Annahme nahe, daß die bei der Gewichtsanalyse gefundene P_2O_5-Menge zum großen Teil sich in einer für die Pflanzen leicht aufnehmbaren Form befindet.

Das Kali (K_2O). Dieser für die Pflanzen wichtige Nährstoff findet sich, wie wir aus der Tabelle VII ersehen

können, in großen Mengen. Der Gehalt an diesem Element schwankt zwischen 0,138—0,346 % und danach sind die Schwarzerden als reich und sehr reich an diesem Stoffe zu bezeichnen. Von den 19 untersuchten Böden haben 12 einen Kaligehalt von über 0,2 % mit einem Maximum von 0,346 % bei der Probe Nr. 2, auf der Terrasse des Yiu zwischen Corabia und Visina entnommen, 6 enthalten 0,15—2 % und nur eine Probe weist einen Kaligehalt von $< 0{,}15$ % auf.[1]) Das Kali, und ebenso die Phosphorsäure, sind in der Feinerde enthalten. Da die Böden stark verwittertes Gesteinsmaterial darstellen, so ist das Kali meistens als leicht angreifbares, sekundär gebildetes Doppelsilikat (wasserhaltiges Silikat), weniger als schwer löslicher Feldspat und Glimmer vorhanden. Bei der Verwitterung der Feldspate bildet sich Ton; daraus folgt, daß die an abschlämmbaren Teilen reicheren Böden mehr Kali enthalten, während in sandigen Vertretern dieses Element in kleineren Mengen vorhanden ist.

Dem Wasser gegenüber verhält sich das Kali ähnlich, wie die Phosphorsäure, d. h. es ist nur wenig davon in der Bodenflüssigkeit gelöst. Die Pflanzen können jedoch große Mengen Kali aufnehmen, denn durch den Entzug der gelösten Mengen wird fortgesetzt im Boden absorbiertes Kali löslich. Das Kalium wird sehr leicht absorbiert und infolge der neutralen oder sehr schwach alkalischen Reaktion der rumänischen Tschernosemböden nur wenig ausgewaschen.

Die Kalk- und Magnesiamengen, die aus Schwarzerden in 25 % HCl-Auszug übergehen, sind relativ groß. Der

[1]) Da diese Böden reich an Natriumsalzen sind, wurde das Kali nicht als Kaliumplatinchlorid (in diesem ist auch Na_2O enthalten), sondern dieses mittels Leuchtgas reduziert und als Platin gewogen. Nach der Menge Platin, welches an Kali gebunden wurde, kann man den Gehalt des letzteren, durch Multiplikation mit dem Faktor 0,471, ermitteln. Parallelanalysen bei einigen Proben ergaben stets zu große Mengen an Kali, wenn dies als Kaliumplatinchlorid gewogen wurde, als Platin dagegen kleinere.

Kalkgehalt der meisten analysierten Böden schwankt zwischen 0,6—1 %, kann aber 2 % übersteigen, wie bei der Probe Nr. 14 im Flußtal Calmatoiu entnommen; der Gehalt an Magnesia ist stets kleiner als an Kalk, man kann jedoch einen Zusammenhang zwischen diesen Pflanzennährstoffen feststellen, indem ihr Gehalt in verschiedenen Böden Hand in Hand geht.

Der Kalk, wie auch die Magnesia, kommen nicht als Karbonate vor (ausgenommen die Schwarzerden der trokkenen Halbwüste); diese sind bis 60—70 cm vollständig ausgewaschen. Sie sind hauptsächlich in Silikatverbindungen, sowie auch in organischer Verbindung als Humate enthalten. In den Schwarzerden bilden sich lösliche saure kohlensaure Kalksalze, die leicht in den Hintergrund versickern, wodurch eine allmähliche Verarmung an Kalk herbeigeführt wird. Mit der Tiefe nimmt der Gehalt an Kalk zu, so daß die unteren Schichten stets reicher an diesem Pflanzennährstoff sind.

Im allgemeinen enthalten die Schwarzerden genügende Mengen Kalk, um die Pflanzen damit zu versorgen — sie sind daran als reich zu bezeichnen. Bei den stark tonigen und dichten Böden würde eine Zufuhr von Kalk, sei es in Form von Kalziumoxyd (Ätzkalk) oder Mergel ungemein viel Nutzen für die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften bringen, indem sie dadurch mobiler, leichter bearbeitbar, für die Atmosphärilien zugänglicher gemacht werden und zugleich auch die Nitrifikation des organischen Stickstoffes fördern. Mergel von guter Qualität, reich an Kalk ist in Rumänien reichlich vorhanden, besonders in mächtigen Ablagerungen im Prahova- und Breazatal, dann zu Comarnic; aber um ihn nutzbar und der Landwirtschaft zugänglich zu machen, muß seine Zufuhr billig sein, was in erster Linie einen Ausnahmetarif für seinen Transport auf der Eisenbahn notwendig macht.

Humus. Die organische Substanz übt auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Bodens und

somit auch auf die Pflanzenproduktion einen sehr günstigen Einfluß aus. Man kann jedoch nicht behaupten, daß die Fruchtbarkeit des Bodens in direktem Verhältnis mit dem Gehalte an organischer Substanz steht. Die Humuskörper sind an sich keine Pflanzennährstoffe, wie man früher annahm, allein ihre Zersetzungsprodukte dienen den Pflanzen zur Nahrung. Die Humusstoffe bilden die wichtigste, stetig fließende Quelle für die Stickstoffernährung der Kulturpflanzen. Bei der Verwesung werden die organischen Stoffe allmählich in die einfachen Verbindungen CO_2, Wasser, Ammoniak, Salpetersäure und in die Mineralstoffe übergeführt. Die Schnelligkeit der Verwesung im rumänischen Tschernosem ist infolge der hohen Temperatur und des Reichtums an Bakterien sehr groß. Ferner finden sich hier auch die anderen Bedingungen, die eine Verwesung im Boden zulassen, nämlich genügende Wassermengen, Nährsalze, in der Regel genügender Zutritt an Sauerstoff und die Abwesenheit pflanzenschädlicher Stoffe.

Alle diese Faktoren befördern die Verwesung, die nur durch den Umstand, daß aus diesen Böden der Kalk ausgelaugt worden ist, vermindert wird. Je kalkreicher die Böden in dem kontinentalen Klima Rumäniens sind, desto schneller ist die Verwesung. Darauf ist die Tatsache zurückzuführen, daß an der südlichen Peripherie der Tschernosemzone und in der Halbwüste der Gehalt an Humusstoffen verhältnismäßig niedrig ist, und sinkt unter 3 %, vornehmlich auf sandigen Böden, wo alle Faktoren um eine starke Verwesung zu bewerkstelligen, in noch höherem Grade wie in der Steppe vorhanden sind.

Außer der großen Aufsaugungsfähigkeit für Wasser und die darin gelösten Salze kommt den Humusstoffen die Fähigkeit zu, bedeutende Mengen Ammoniak aus der Atmosphäre zu absorbieren und es den Pflanzenwurzeln zuzuführen.[1]) Die Humussäuren bilden mit den Alkalien

[1]) Nebst dem Humus sind es dann die abschlämmbaren Teile, die Ammoniak aus der Atmosphäre absorbieren.

Doppelsalze und insbesondere das Ammoniak wird auf diese Weise im Boden festgehalten und vor einer zu raschen Umwandlung in Salpetersäure, die vom Boden nicht absorbiert wird, bewahrt.

Wie aus der Tabelle VII ersichtlich ist, gibt es in Rumänien fast gar keine sehr humusreichen Böden. Ihr prozentischer Humusgehalt schwankt am häufigsten zwischen 4—6 %, sinkt jedoch in vielen Fällen unter 4 %, vorzugsweise bei den sandigen Abarten. Die humusärmeren Böden werden, was ihre geographische Verbreitung betrifft, naturgemäß an der Peripherie der Tschernosemzone vorwalten, wo die klimatischen Bedingungen — entweder überschüssige Feuchtigkeit des Klimas oder aber dessen bedeutende Trockenheit, wie in der Halbwüste — der typischen Entwicklung des Tschernosems ungünstig sind und wo sie (in regenreicheren Gebieten als degradierter Tschernosem) sich ihren gewöhnlichen Nachbarn, den grauen Waldböden oder den Kastanienböden, nähern und mit ihnen abwechseln. Folglich werden in Rumänien humusärmere Böden im nördlichen und südlichen Teil des Schwarzerdegebiets vorherrschen.

Die humusreichsten Böden nehmen, nach der Bodenkarte von Murgoci, vorzugsweise den langen Streifen zwischen Ploesti und Focsani, die östlichen Hälften der Distrikte Dorohoi und Botosani, einige Punkte von 6—7 km Größe im Distrikt Covurlui und das Zentrum des Baragans ein. Natürlich ist das Schema der Verteilung der Schwarzerden im Zusammenhang mit ihrem Reichtum an Humus nur ganz im allgemeinen zutreffend, denn die örtlichen bodenbildenden Faktoren können mehr oder weniger starke Abweichungen hervorrufen. So zeichnen sich in der Regel durch größeren Gehalt an Humus diejenigen Böden aus, die auf reichem, tonigem Muttergestein entstanden sind. Im Gegensatz dazu werden auf Gesteinen, die sandig und arm an Salzen sind, humusarme Böden, mit nur etwa 3 % Humus, beobachtet. Weiter erfolgte seitens Murgoci

die Beurteilung des Humusgehaltes nach dem Verlust des Bodens beim Glühen und nach der Farbe. Bei meinen Untersuchungen stellte es sich heraus, daß die Böden weniger Humus enthalten, als nach der Farbe geschätzt wurde und die Werte der Glühverlustbestimmungen, die stets sehr hoch sind, können nicht als Humusgehalt gelten.

Ein hoher Glühverlust ist jedoch immer im günstigen Sinne zu deuten, gleichgültig ob er allein durch den Humusgehalt oder durch den gleichzeitig vorhandenen großen Ton- und Kalkgehalt hervorgerufen wird. Auch der Nachweis von hygroskopisch festgehaltenem Wasser, welches erst beim Glühen entweicht, ist ebenfalls so zu deuten; denn die Fähigkeit eines an der Sonne ausgetrockneten Bodens, Wasser lange Zeit festzuhalten, bildet eine sehr schätzenswerte Eigenschaft, die auf den großen Ton- und Humusgehalt zurückzuführen ist. Die Menge des hygroskopisch festgehaltenen Wassers ist infolgedessen bei tonigen, humusreichen Böden am größten, bei sandigen Schwarzerden bedeutend kleiner.

Wenn größere Wassermengen erst in der Glühhitze entweichen, so muß man daraus schließen, daß der Boden reich an Silikaten ist, die das Wasser chemisch gebunden als Konstitutions- oder Kristallwasser enthalten, und die ursprünglichen wasserfreien Mineralien sich also in einem weit fortgeschrittenen Verwitterungsstadium befinden, was die Fruchtbarkeit des Bodens ebenfalls erhöht.

Das als Eisenoxyd in den Eisenverbindungen enthaltene Wasser geht beim Glühen verloren, wodurch die Gewichtsdifferenz sich vergrößert. Der Ton, seiner chemischen Zusammensetzung nach Aluminiumsilikat, gibt ebenfalls beim Glühen Konstitutionswasser ab.

Der Glühverlust der Schwarzerden ist hoch; er schwankt zwischen 4 bis 8,2 % und ist bei sandigen Böden, so wie der Humusgehalt, am kleinsten. Wenn wir die Daten über Glühverlust und Humusgehalt der Tabelle VII vergleichen, so sehen wir, daß ein hoher Glühverlust stets mit großem

Humusgehalt verbunden ist und umgekehrt, so daß diese Werte Hand in Hand gehen.

Der Humusgehalt der Tschernosemböden nimmt mit der Tiefe merklich ab. Im allgemeinen ist diese Abnahme, nach der Farbe der verschiedenen Schichten zu urteilen, mehr oder weniger gleichmäßig und nur in einiger Tiefe wird ein ziemlich schroffer Sprung im Sinken des Humusgehaltes beobachtet. Danach wäre der Humusgehalt in der Bodenschicht 0 bis 15 cm resp. 0 bis 20 cm Tiefe am größten, während er in den nächstliegenden Schichten bedeutend sinkt.

Charakteristisch für den Humus der rumänischen Schwarzerden ist seine Gleichartigkeit und seine amorphe Struktur, d. h. das Fehlen von Spuren des Baues pflanzlicher und tierischer Überreste. In den meisten Böden ist der Humus mit Basen gesättigt, vornehmlich mit Erdalkalien, deshalb besitzen sie neutrale oder schwach alkalische Reaktion. Bei den Schwarzerden der trockenen Gebiete (Halbwüste) ist die alkalische Reaktion die gewöhnlichste, bei der degradierten Schwarzerde der feuchteren Landstriche hingegen wird schon ein Mangel an starken Basen beobachtet, so daß sie eine schwach saure Reaktion zeigen. In den degradierten Tschernosemböden dürften die Humussäuren in größeren Mengen vorhanden sein.

Der Stickstoff kommt als Salpetersäure, Ammoniak und in organischer Verbindung im Boden vor. Die beiden ersten für die Pflanzen leicht aufnehmbaren Formen entstammen zum Teil aus der Atmosphäre, vom Boden direkt absorbiert oder ihm durch die Niederschläge zugeführt, zum größten Teil sind sie das Produkt der Zersetzung der organischen Substanz. Der organische Stickstoff macht die Hauptmenge dieses Nährstoffs im Boden aus, demgegenüber die Menge der Salpetersäure und des Ammoniaks zurücktritt.

Durch die chemische Analyse wird der Gesamtstickstoff bestimmt, ohne dadurch einen Aufschluß über den

Wirkungswert dieses Nährstoffes erhalten zu können. Die in den Schwarzerden enthaltene N-Menge ist, entsprechend ihrem relativ hohen Humusgehalt, groß. Bei den meisten von mir untersuchten Böden schwankt der N-Gehalt zwischen 0,2 bis 0,3 %, übersteigt bei fünf Böden sogar 0,3 % und nur bei zweien fällt er unter 0,2 %. Daraus geht hervor, daß die Schwarzerden im allgemeinen als an Stickstoff reiche und sehr reiche Böden zu bezeichnen sind. Mit der Tiefe nimmt der Stickstoff- ebenso wie der Humusgehalt deutlich ab. Der Humus enthält gewöhnlich weniger als 5 % Stickstoff und somit stellt sich der Humus der Tschernosemböden, seinem N-Gehalte nach, als relativ arm heraus, was wahrscheinlich auf die langsame Zersetzung der organischen Substanz zurückzuführen ist.

Achtes Kapitel.

Die Kultureigenschaften der Tschernosemböden, die Erträge und Qualität des Weizens.

Die Schwarzerden sind Böden, die wegen ihrer physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften einen hohen Rang als Kulturböden einnehmen. Trotz ihrem hohen Gehalte an Feinerde macht sie die ihnen in der Mehrzahl der Fälle eigene Krümelstruktur verhältnismäßig gut durchlüftbar und dem Findringen der atmosphärischen Niederschläge relativ leicht zugänglich. Infolge des Reichtums an Humus und an abschlämmbaren Teilen sind die Tschernosemböden befähigt, große Wassermengen in den obersten Schichten festzuhalten und die Krümelstruktur bewahrt sie vor zu schnellem Austrocknen, indem sie das Aufsteigen des Wassers erschwert. Beobachtungen sprechen dafür, daß die Fruchtbarkeit der Schwarzerden sich jäh vermindert, wenn ihre ursprüngliche Struktur durch übertriebene und unrichtige Bearbeitung zerstört wird.

Was die Sicherstellung der Pflanzen in Bezug auf die Aufnahme von Nährstoffen anbelangt, so werden die Schwarzerden in dieser Hinsicht zu den fruchtbaren Böden gerechnet. Sie sind, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, relativ reichlich mit allen Pflanzen-Nährstoffen versehen und bewahren bei der Kultur ihre Fruchtbarkeit sehr lange Zeit. Dies ist erstens auf ihre günstigen physikalischen Eigenschaften, die die Verwitterungsprozesse begünstigen, zweitens auf die Tatsache, daß diese Böden

vorzugsweise auf von Natur reichen Muttergesteinen entstanden sind, und schließlich auf die schwache Auslaugung zurückzuführen. Wenn wir die Uraschen der hohen und langandauernden Fruchtbarkeit der Schwarzerden klarlegen wollen, so dürfen wir auch den Umstand nicht außer Acht lassen, daß auf diesen, im Zusammenhang mit dem entsprechenden Klima, Jahre mit hohen Ernten mit Mißwachsjahren abwechseln, in denen dem Boden Nährstoffe nur in minimalen Mengen entzogen werden. Es ist klar, daß schließlich auch die Tschernosemböden anfangen werden, sich merklich zu erschöpfen, zuallererst natürlich diejenigen von ihnen, die sich auf ärmeren Muttergesteinen (Sand) und unter feuchteren klimatischen Bedingungen gebildet haben. Die Schnelligkeit ihrer Erschöpfung wird naturgemäß von der Höhe der Ernten, die erzielt werden, von der Kulturart und von der Zuführung von atmosphärischem Staub beeinflußt.

Berücksichtigen wir, daß diese Böden meist erst seit 20 bis 30 Jahren in Kultur genommen wurden und bis dahin den zahlreichen Schaf- und Pferdeherden als ausgedehnte Weideflächen dienten, wobei sie sich, von Natur aus schon reich, noch mehr an Pflanzennährstoffen bereicherten, so können wir für den heutigen Zustand der Schwarzerden sagen, daß sie in dieser relativ kurzen Zeit, wie auch die chemische Analyse zeigt, nicht an Pflanzennährstoffen erschöpft worden sind und keiner Zufuhr an künstlichen Düngemitteln bedürfen. Selbstverständlich trifft dies nur im allgemeinen zu, denn es wird einzelne Fälle geben, wo der Boden schon heute an Phosphorsäure verarmt ist, wo durch die chemische Analyse nur kleine Mengen an diesem Nährstoff festgestellt werden. In diesen Fällen würde sich auf Grund der Ergebnisse einer Reihe von Felddüngungsversuchen, eine Zufuhr an Phosphorsäure-Düngemitteln dort sicher als lohnend erweisen.

Für die Erträge sind die Pflanzennährstoffe nicht maßgebend, vielmehr kommen noch andere klimatische

und Wachstumsfaktoren in Betracht, die die Höhe und die Qualität derselben beeinflussen. Sie stehen mit der Bodenbearbeitung im Zusammenhang. Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Weizen, wie auch andere Kulturpflanzen nicht überall in Rumänien mit der entsprechenden Sorgfalt angebaut werden. Dementsprechend ist auch die Quantität eine verschiedene. Im allgemeinen ist in der Moldau eine rationellere Bodenbearbeitung zu beobachten, als in der Walachei. Nach einer Maisernte wird der Boden in der Regel als Weide für Schafe und andere Tiere benutzt, wobei er etwa bis zum 20. Mai festgetreten wird. Nun beginnt die Arbeit des ersten Ackerns, welches etwa gegen den 15. Juni fertig wird. Um den 15. Juli wird der Boden zum zweiten Mal gepflügt und etwa am 5. August ist auch dies beendigt. Der so bestellte Boden wird nun 20 bis 25 Tage lang den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt, worauf Ende August oder noch besser in der ersten Hälfte des Septembers gesät wird. Der Samen wird mittels vervollkommneter Zylinder mit der größten Sorgfalt ausgelesen und gekalkt oder sulfatiert.

Es ist natürlich, daß die vollkommenere Bearbeitung sich auch in der Qualität, nicht nur in der Quantität der Weizenproduktion äußert und diesem Umstande ist zum Teil (selbstverständlich neben anderen) die Überlegenheit des moldauischen Weizens gegenüber dem walacheiischen zuzuschreiben.

Einen weit größeren Einfluß auf die Qualität des Weizens dürfte neben dem Klima die Art des Bodens ausüben. Um einen Vergleich zwischen der nach dem Werte des Koeffizienten K[1]) bezeichneten Weizenqualität und der Bodenart anstellen zu können und insbesondere um die Beziehungen hervorzuheben, die zwischen der Güte des Weizens und der Bodenart bestehen, benutzen wir einerseits die von Murgoci zusammengestellte Tabelle,[2]) in

[1]) K = Hektolitergewicht + 2 × Stickstoffsubstanzengehalt.

[2]) Murgoci, Raport Sectiunea Agrogeologica.

welcher jeder Bezirk der Ebene, der moldavischen Platte, der Klein-Walachei und des Hügellandes berücksichtigt und die von den drei hauptsächlichsten Bodentypen, Tschernosem, rotbrauner Waldboden und Podzol, bedeckten Flächen in Prozenten eingetragen sind, andererseits die von Zaharia[1]) für jeden Bezirk nach dem Koeffizienten K und nach dem Proteingehalte festgestellte Qualität des rumänischen Weizens.

Murgoci hat weiter den prozentischen Betrag der mit Weizen bebauten Fläche eines jeden Bezirkes berechnet, indem er einerseits den in Prozenten ausgedrückten, mit Weizen bebauten Teil eines Distriktes und andererseits die Ausdehnung der Wälder in jedem einzelnen Bezirk berücksichtigt und hierbei annimmt, daß der Weizenbau im übrigbleibenden Teil gleichmäßig verteilt ist.

Es ergibt sich aus dieser für das Jahr 1908 gültigen Berechnung, daß die auf dem rotbraunen und dem Podzol-Boden mit Weizen bebaute Fläche nur etwa 65% bzw. 50% von der mit Weizen bebauten Fläche der Tschernosemböden beträgt. Obgleich die bebaute Gesamtfläche sich von einem Jahr zum anderen ändert, so können wir doch annehmen, daß das Verhältnis der mit Weizen bebauten Flächen auf den verschiedenen Bodenarten zueinander fast das gleiche bleibt. Folglich ist der Weizenbau auf dem Tschernosem zweimal mehr ausgedehnt als auf dem Podzol und anderthalbmal mehr als auf dem rotbraunen Waldboden.

Diese Angaben, so unsicher sie auch auf den ersten Blick erscheinen, sind dennoch sehr wichtig und müssen bei der Berechnung der durchschnittlichen Weizenqualität unbedingt berücksichtigt werden.

Weizen mit einem Koeffizienten K, der größer ist als 106, wird von der Region der Steppe aus dem Osten der Moldau und der Walachei gegeben. Der plötzliche Übergang, zwischen den Distrikten Jasi und Falciu, oder

[1]) Zaharia, Graul Romanese, S. 552 u. f.

Vaslui und Tutova, und Buzeu-Prahova, von denen je zwei aneinander grenzen, findet seine natürliche Erklärung, darin, daß in jedem einzelnen der Distrikte Jasi, Vaslui und Buzeu, die vom Tschernosem bedeckten Flächen viel größer sind als diejenigen, die von der gleichen Bodenart in den Distrikten Falciu, Tutova und Prohova eingenommen werden.

Hier zeigt sich auch die Beziehung, die wir zwischen dem Tschernosem und dem Qualitätsweizen aufstellen können. Die Bezirke, die einen hervorragenden Weizen liefern, enthalten in ihren Grenzen mindestens 10% Tschernosem. Der Weizen mit einem über 109 betragenden Koeffizienten K wird ausschließlich von denjenigen Bezirken geliefert, die das Maximum an Tschernosem in den betreffenden Distrikten aufweisen, z. B. Orasu-Marginea im Distrikt R-Sarat, der Bezirk Siret im Covurlui, Mijloc-Pruth im Falciu, Bahlui-Carligatura, Copou-Turia und Branistea im Jasi, Jijia-Stefanesti im Botosani, Baseu-Pruth-de-Jos im Dorohoiu u. a. Ein einziger Bezirk, Stavnic im Distrikt Jasi, der nur etwas über 10% seiner Fläche an Tschernosem aufweist, liefert gleichwohl Weizen dieser besten Qualität.

Ferner ergibt sich aus den Daten die überraschende Tatsache, daß die Qualität des Weizens in den Bezirken mit Tschernosem selbst auch in der Steppenregion um so mehr abnimmt, je mehr man sich nach Süden und insbesondere nach der Walachei zu bewegt. In einigen Bezirken und vornehmlich in denjenigen mit wenig Tschernosem, wird der Koeffizient $K = 109$ nicht nur nicht mehr erreicht, sondern er sinkt unter 106. In der Walachei westlich von Bukarest und in der ganzen Klein-Walachei, wo Podzol vorherrscht, gibt es keinen Weizen mit einem $K > 106$, vielmehr fällt K in einigen Bezirken der Distrikte Dolj und Mehedintzi unter 103. Für die letztgenannten Distrikte ist es möglich, daß die Flugsande eine geringwertige Produktion geben, wobei auch das Klima eine wichtige Rolle spielt.

In der östlichen Moldau wird die hervorragende Qualität des Weizens allein durch den Tschernosemboden bedingt. Dies ist eine feststehende Tatsache, denn es wurde dort, wie dies aus den Daten von Zaharia hervorgeht, in allen der acht untersuchten Jahrgänge Weizen von hervorragender Qualität und hohem Proteingehalt erzeugt. Dies ist nur den physikalischen Eigenschaften und dem Gehalte der Schwarzerden an Nährstoffen und insbesondere dem hohen Stickstoffgehalt zuzuschreiben, jedoch nicht dem Klima, das von einem zum anderen Jahre schwankt und mithin seine Wirkung nicht mit solcher Beständigkeit in allen Jahren äußern kann.

In dem trockenen Klima Rumäniens ist ein hoher Ton- und Humusgehalt sehr wichtig, denn dieser trägt dazu bei, daß die Weizenpflanzen mit genügendem Wasser, wenigstens in den nicht zu trockenen Jahren, versorgt werden. Die große Menge an Nährstoffen und insbesondere an Stickstoff sorgen für eine kräftige Entwicklung der Weizenpflanze und des Kornes. Dem Stickstoff ist neben dem Klima der große Proteingehalt des rumänischen Weizens zuzuschreiben. Hierbei ist aber die Tatsache hervorzuheben, daß mit einer starken Zunahme der Erträge in den regenreichen Jahren, wie 1905 und 1906, der Proteingehalt der Körner sich vermindert.

Unter Verhältnissen, die für die Stärkebildung und Einlagerung (d. h. Ertragssteigerung) weniger günstig sind, wie es die Trockenheit des rumänischen Klimas in der Regel gegen das Ende der Fruchtbildung ist, wird dagegen der N-Gehalt des Kornes relativ erhöht und es wird der Prozentwert der stickstoffhaltigen Substanz sich steigern können, weil den Pflanzen große Mengen an Stickstoff zur Verfügung stehen.

Auch auf den Gehalt des Weizens an Protein ist der Tschernosem von Einfluß. Das Maximum des Gehaltes an N-haltiger Substanz für den Mittelwert der neun untersuchten Ernten wurde vom Distrikt Jasi mit 16,04%, das

Minimum dagegen vom Distrikt Mehedintzi mit 12,8% geliefert. Einen mittleren (für 9 Jahrgänge) mehr als 15% betragenden Proteingehalt haben die Distrikte Botosani 15,19%, Braila 15,18%, Covurlui 15,44%, Dorohoi 15,24%, Falciu 15,4%, Jalomitza 15,48%, Constantza 15,33%, Tulcea 15,68%; während sich unter jenen mit kleinerem Proteingehalt abheben: Valcea 12,96%, Muscel 13,05%, Gorj 13,11%, Arges 13,42%, die sämtlich im Norden und Westen der Walachei gelegen sind.

Diese Tatsache ist ebenfalls mit der Bodenart in Verbindung zu bringen. Der proteinreichste Weizen ist von denjenigen Distrikten geliefert worden, die den meisten Tschernosemanteil aufweisen. Die Erklärung hierzu kann in der reichlicheren Versorgung der Weizenpflanze mit Stickstoff auf dem stickstoffreicheren Tschernosem gesucht werden.

Der Proteingehalt steigt in Jahren mit Erträgen, die infolge der Witterung niedrig sind, wie dem Jahre 1908, beträchtlich über die gewöhnliche Grenze. In diesem Jahre erreichte das Mittel des Distriktes Braila 19,96% Protein. Außer diesem haben vier andere Distrikte und zwar: Jalomitza, R. Sarat, Covurlui und Tulcea einen mittleren Gehalt von über 19%, zwei Distrikte, Jlfov und Buzeu über 18%, drei über 17%, zehn über 16% und sieben über 15% N-haltige Substanz. Auch hier kann man einen Zusammenhang zwischen dem Proteingehalte des Weizens und der Bodenart feststellen. Diejenigen Distrikte, die den an Protein reichsten Weizen erzeugt haben, sind ohne Ausnahme solche, die den größten Prozentanteil an Tschernosem aufweisen.

Auch für das Hektolitergewicht des rumänischen Weizens läßt sich dasselbe feststellen. Das Maximum des Hektolitergewichtes für den Durchschnittswert der neun untersuchten Jahrgänge liefert der Distrikt R. Sarat mit 78,48, das Minimum dagegen der Distrikt Muscel (Podzol) mit 75,23. Nach R. Sarat kommen in abfallender Reihen-

folge Vaslui 78,32, Buzeu mit 78,16, Jasi 78, Roman 77,93, Falciu mit 77,73, sämtlich in der Moldau und Ost-Walachei gelegen.

Die Schwarzerden bilden also nebst dem Klima den Hauptfaktor für die vorzügliche Qualität des rumänischen Weizens. Dieser zeichnet sich durch ein glasiges, spezifisch schweres Korn und durch niedrige Erträge aus.

Wenn die Beschaffenheit des Weizenkornes vom Gehalte des Bodens an Pflanzennährstoffen und von seinen physikalischen Eigenschaften beeinflußt wird, so kommen für die Höhe der Erträge noch andere Wachstumsfaktoren in Betracht. Dies sind die Bodenbearbeitung und die klimatischen Verhältnisse, von denen das Wasser als Vegetationsfaktor für die Höhe der Erträge fast ausschließlich maßgebend ist, denn diese richten sich dann nach diesem im Minimum befindlichen Faktor.

In einem nicht tief genug gelockerten Boden oder, wenn sich dieser nicht in der für das Pflanzenwachstum günstigen Krümelstruktur befindet, werden die Pflanzenwurzeln bei ihrem Eindringen viel mehr Energie verbrauchen, als wenn der Boden locker ist. Dies geschieht aber auf Kosten des Wachstums der oberirdischen Teile und somit des Ertrages.

Weil die mangelhafte Bearbeitung des Bodens durch den Menschen verändert und verbessert werden kann, so gehört sie zu denjenigen Faktoren, die man durch zweckmäßige Maßnahmen ins Optimum bringen kann. Dagegen gehören die klimatischen Verhältnisse, wie Niederschläge, Luft, Wärme u. a. zu denjenigen, die sich nicht durch den Menschen beeinflussen lassen. Durch zweckmäßige Bodenbearbeitung läßt sich zwar der Wasserhaushalt des Bodens regeln, indem man bei dem relativ schweren Tschernosem durch Lockerung der obersten Schicht die Verdunstung verringert. Da neben dem Boden selbst auch die Pflanzen und vornehmlich die Getreidearten, die auf ihm wachsen, bedeutende Wassermengen an die umgebende Luft abgeben,

so wird für eine längere Trockenperiode, die oft mehrere Monate dauert, das Wasser, das der Boden zurückzuhalten vermag, für die normale Entwicklung des Getreides nicht ausreichen. Die Folge davon ist die, daß die Erträge klein bleiben und in sehr trockenen Jahren, wie 1899, bis auf 6 hl pro Hektar sinken.

Da die rumänischen Schwarzerden relativ junge Kulturböden sind, so enthalten sie im allgemeinen Pflanzennährstoffe, die für sehr hohe Erträge genügen. In ihnen stehen den Pflanzen große Mengen an Nährstoffen zur Verfügung und diese werden durch die Verwitterung ständig in lösliche, für die Pflanzen aufnehmbare Form umgewandelt. Die Nährstoffe können aber nur in Lösung von der Pflanze aufgenommen werden und dazu fehlt oft das nötige Wasser. Ferner wird dieses als solches von der Pflanze aufgenommen, denn das Wasser bildet einen wichtigen Bestandteil der grünen Pflanze.

Dieses Vegetationsfaktors, des Elementes Wasser, bedarf der rumänische Tschernosem insbesondere in trockenen Jahren und weil es ihm nicht in genügender Menge durch Niederschläge zugeführt wird, kann es nur sehr schwer anderweit ersetzt werden.

Es ist sicher, daß, wenn einmal eine Bewässerung mit Wasser aus der Donau oder dem Untergrund ausgeführt, das Bild des ganzen Steppengebiets stark verändert werden würde, denn die Natur des Bodens ist derart, daß unter etwas günstigeren Wasserverhältnissen überall die Fruchtbarkeit viel größer sein würde.

Mit Wasser aus den zahlreichen Nebenflüssen der Donau könnten höchstens die Flußtäler bewässert, das Grundwasser aus dem Quartär kann wegen der zu großen Tiefe nicht nutzbar gemacht werden. Auch die Bohrung bei Marculesti ist für das Wasser aus dem Tertiär ungünstig ausgefallen, doch muß berücksichtigt werden, daß die Zone des artesischen Wassers (aus dem Tertiär) im Tschernosemgebiet vorhanden sein muß. Sie ist etwas mehr nach N.W.

in der Nähe des Hügellandes festgestellt worden. In dieser Zone ist das artesische Wasser mit Sicherheit in einer Tiefe von weniger als 120 m anzutreffen, wie übrigens die Bohrungen bei Prahova im Prahovatal und bei Brazi gezeigt haben.

Wo artesisches Wasser im Bereiche des Tschernosemgebiets gefunden wird, würde es für die rumänische Landwirtschaft einen unermeßlich günstigen Einfluß haben.

Da das Grundwasser im Tschernosemgebiet und insbesondere auf seinen Plateaus erst in großen Tiefen angetroffen wird, ist der Brunnenbau sehr teuer. Aus diesem Grunde konzentrierten sich die Gutshöfe und Dörfer auf die weniger tiefen Täler und Flußläufe der Steppe, die oft sehr weit ab von den zu bewirtschaftenden Äckern liegen.

Auf diese vom wirtschaftlichen Standpunkte beklagenswerte Erscheinung in Verbindung mit anderen Ursachen ist die weniger ertragsreiche Körnerwirtschaft im Steppengebiet zurückzuführen.

Neuntes Kapitel.

Die Weizenproduktion Rumäniens.

Der Weizen nimmt unter den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, in Bezug sowohl auf die mit dieser Getreideart bebaute Fläche, als auch auf Produktion und Rentabilität eine ganz hervorragende Stellung ein. Er bildet das Haupterzeugnis Rumäniens, denn wenn wir die mittleren geernteten Mengen der letzten 10 Jahre betrachten, so ergibt sich eine jährliche Weizenproduktion von 2,152 Millionen Tonnen. Es wurden mit Weizen bebaut[1]):

Tabelle VIII.

Jahr	landwirtsch. benutzte Fläche[2]) in ha	Mit Weizen bebaut: in ha	in Prozenten der Gesamtlandw. benutzten Fläche.	
1900	5850950	1589492		
1901	5940820	1636557		
1902	5979147	1486485		25
1903	5912942	1605657		27,15
1904	5908580	1720389		29,1
1905	6129099	1958250		31,95
1906	6171578	2022843		32,78
1907	5649204	1714317		30,34
1908	5976358	1801685		30,15
1909	5954439	1689044		28,36
1910	6036357	1948217		32,27
1911	6021168	1930164	14,75	32,06
Mittel d. Jahre 1902-1906		1758725	13,4	29,2
1907-1911		1816685	13,9	30,64
1901-1910		1758344	13,5	29,5

[1]) Alle Angaben entstammen, sofern keine anderen Quellen angegeben sind, den Veröffentlichungen des Ministeriums für Landwirtschaft und Domänen in „Statistica Agricola".

[2]) Die brachliegenden Felder, die fast immer als Weide benutzt werden und deswegen oft zweimal — als Weide und Brach-

was 29,2% und 30,6% der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den letzten zwei Perioden zu je 5 Jahren oder etwa 30%, dem Mittel für die letzten 10 Jahre, entspricht. Daraus sehen wir die große Bedeutung, die der Weizenbau für die rumänische Landwirtschaft hat. Was die Anbaufläche betrifft, so steht der Weizen an zweiter Stelle, seine Kultur wird um einige Prozente nur von der des Maises (im Mittel der Jahre 1907—1911 hat sie 34,2% von der Gesamtfläche aller Kulturen betragen) übertroffen, während die anderen Kulturpflanzen[1]) weit dahinter zurückbleiben.

Allein aus der Betrachtung dieser hohen Werte kann man schließen, daß der Weizen in Rumänien sehr intensiv angebaut wird. Ein Vergleich mit den anderen weizenerzeugenden Ländern ergibt folgendes Bild.[2])

	Mit Weizen bebaut in 1907 und 1908 in Prozenten der	
	Gesamt-	landwirtschaftlich benutzten Fläche
Deutsches Reich	3,5	5,4
Rußland	5	10,5
Frankreich	12,4	16,5
Rumänien	14	25

Zu allen Zeiten wurde der Kultur dieser Getreideart besondere Beachtung geschenkt, da der Weizen den hauptsächlichsten Ausfuhrgegenstand Rumäniens bildet. Die bebaute Fläche hat sich stets vergrößert, wie dies aus den folgenden Zahlen hervorgeht:[3])

---

land — gerechnet werden, und die Weiden sind nicht dazu gerechnet, die jedoch auch zur landwirtschaftlich benutzten Fläche gehören.

[1]) Die Gerste 9,23% und der Hafer 7,33%, während alle Getreidearten in demselben Zeitraume im Durchschnitt 84,08% einnahmen.

[2]) Kirchner, Weltproduktion usw. Drucksachen Bl. 5.

[3]) Zaharia, Graul Romanese S. 2.

	Das jährliche Mittel in ha
In 1867—1871	877200
In 1872—1876	1060340
In 1886—1890[1])	1509700
1891—1895	1438200
1896—1900	1590000

Daraus ergibt sich eine Steigerung des Umfanges der mit Weizen bebauten Fläche innerhalb 44 Jahren, von 1867 bis 1911, von 6,15% auf 14,75% von der Gesamtfläche des Landes, d. h. eine Zunahme von etwa 140%.

Auf die Bevölkerung bezogen, finden wir, daß im Jahre 1867 (etwa 4,2 Millionen Einwohner) rund 185 ha auf 1000 Einwohner mit Weizen bebaut waren, während im Jahre 1911 bei einer Bevölkerung von 7086797 auf 1000 Einwohner 272,36 ha entfallen.

Die Gesamtproduktion an Weizen war in den letzten 12 Jahren folgende:

Tabelle IX.

Jahr	Gesamtproduktion in Tonnen	Ertrag pro ha in Tonnen	Ausfuhr: in Tonnen	Ausfuhr: in Proz. der Produktion	Einfuhr in Tonnen	Wert der Mehrausfuhr in Millionen Lei
1900	1525547	0,96	748668	49,08	7086	
1901	1949976	1,19	597096	30,6	4964	
1902	2151478	1,45	941161	43,7	10725	
1903	2050198	1,28	862497	42,07	11687	
1904	1510285	0,88	724903	48,0	11272	
1905	2851118	1,46	1767664	61,9	5422	251,3
1906	3056150	1,51	1806671	59,1	12979	251
1907	1164811	0,68	1210366[2])	103,9[2])	966	230
1908	1510864	0,84	732591	48,5	4427	165
1909	1602254	0,95	880210	54,9	3216	183,2
1910	3016240	1,55	1889597	72,5	8577	334,8
1911	2603356	1,35				

Noten [1]) und [2]) siehe S. 106.

Die Produktion schwankt, wie wir aus der obigen Tabelle ersehen, sehr stark von einem Jahr zum anderen. Die größten Ernten wurden in den Jahren 1906 und 1910, mit je über 3 Millionen Tonnen, erzielt; diesen kommen die Jahre 1905 und 1911 mit 2,85 bzw. 2,6 Millionen nahe, während die niedrigste Ernte, das Jahr 1907, nur 1,16 Millionen Tonnen zu verzeichnen hat. Die Ursache liegt allein darin, daß die klimatischen Verhältnisse, und insbesondere die häufig vorkommende Dürre die Weizenerträge unsicher machen.

Wenn wir die Produktion pro Flächeneinheit berücksichtigen, so ergibt sich, daß sie viel kleiner als in den westeuropäischen Ländern ist; sie beträgt im Durchschnitt der Jahre 1900—1910 nur 1,16 Tonnen und im Jahre 1911 1,35 Tonnen, die höchste in den Jahren 1905 und 1910 von über 1,5 Tonnen, erreicht in keinem Jahre 1,93[3]) Tonnen, welches das Mittel in Deutschland ist, kann aber bis 0,68 (1907) und 0,42 (1899) sinken.

Weiter verdient, wie aus den Daten hervorgeht, die Tatsache hervorgehoben zu werden, daß die jährlichen Weizenproduktionen mit der Ernte pro Flächeneinheit Hand in Hand gehen. Diese schwanken, wie wir erwähnt haben, sehr stark und auf diese allein sind die großen Schwankungen, die die Weizenproduktion Rumäniens aufweist, zurückzuführen, während sich die Anbaufläche von einem Jahr zum anderen relativ wenig verändert.

Der Weizen wird in großem Umfange im ganzen Steppengebiete des Landes angebaut, weniger dagegen in

[1]) Für die Jahre 1877—1885 fehlen die landwirtschaftlichen statistischen Angaben.

Mittel der Jahre 1901—1910 2 086 337 Ges. Produkt. in Tonnen
„ „ „ 1900—1904 774 865 t Ausfuhr
„ „ „ 1905—1909 1 279 500 t „
„ „ „ 1900—1910 1 105 600 t „ 56%

[2]) Die Erklärung hierfür ist in der sehr reichen Ernte des Vorjahres zu suchen.

[3]) Kirchner, Weltproduktion, Drucksachen Bl. 1.

der Hügelregion. Was die Weizenart anbelangt, so ist es fast ausschließlich Triticum sativum mit weißer oder roter, begrannter Ähre. Die hauptsächlichsten Weizensorten mit weißer Ähre sind: der Banat-Weizen, der Weizen „baltaretul" mit dunkelroten, goldgelb gefleckten Körnern, der Weizen „batran" und der seit kurzem eingeführte Riesenweizen. Frühlingssorten werden nur selten angebaut, sie sind meistens russische Arten: Ghirca, Sandomirca, Ulca (unbegrannt) und in der Dobrudscha oft der Arnaut-Weizen.

Wenn wir uns vergegenwärtigen, was im vorigen Kapitel über die Ausdehnung der Weizenkultur auf den drei wichtigsten Bodenarten gesagt wurde, wobei auf dem Tschernosem die mit Weizen bebaute Fläche fast doppelt so groß ist, als auf jedem der anderen zwei Bodentypen, und wenn wir ferner in Betracht ziehen, daß die Erträge auf 1 ha bedeutend höher sind, auch die Beschaffenheit der Körner auf Tschernosem besser ist,[1]) so erkennt man, welche große Rolle diese Bodenart für Rumänien als weizenerzeugendes Land spielt.

Die gesamte ländliche Bevölkerung verwendet den Mais als Hauptbrotfrucht, so daß von der Weizenproduktion beträchtliche Mengen der Ausfuhr zur Verfügung stehen. Von allen landwirtschaftlichen Erzeugnissen steht der Weizen als Ausfuhrware an erster Stelle; die in den letzten 10 Jahren ausgeführten Mengen sind aus der Tabelle IX ersichtlich.

Vergleichen wir diese Ausfuhrzahlen mit denjenigen der zwei vorhergehenden Dezennien, so ergibt sich eine bedeutende Steigerung. Im Mittel der Jahre 1880—1889 wurden 463700 Tonnen und in den Jahren 1890—1899 669880 Tonnen ausgeführt, während das Mittel der Jahre 1900—1910, 1105600 Tonnen beträgt.

[1]) Ausgenommen die trockenen Jahre, wo die Wirkung der Dürre im Steppengebiet weit ausgeprägter ist, als in anderen Regionen.

Dieser Aufschwung ist in erster Linie auf das beständige Steigen der Produktion und in zweiter Reihe auf die Tatsache zurückzuführen, daß, wie aus der Berechnung hervorgeht, im Durchschnitt der letzten 11 Jahre (1900—1910) mehr als die Hälfte der Gesamtproduktion an Weizen, nämlich 56%, ausgeführt worden ist. Nicht nur die Anbaufläche hat zugenommen, sondern auch die Erträge von der Flächeneinheit sind infolge der rationelleren Kultur stark gestiegen.

Für die Ausfuhr sind hier noch andere Momente von Bedeutung. Vor allem verdient die Tatsache erwähnt zu werden, daß der rumänische Landwirt heute mit Hilfe aller modernen Maschinen imstande ist, eine allen Anforderungen genügende Ware zu erzeugen, so daß der rumänische Weizen wegen seiner vorzüglichen Beschaffenheit eine auf den westeuropäischen Märkten stets gesuchte Ware bildet. Ferner muß hervorgehoben werden, daß der meiste Weizen, der zur Ausfuhr gelangt, auf Tschernosemboden erzeugt worden ist, weil die Lage des Tschernosemgebiets, entweder an der Wasserstraße, der Donau und dem Pruth, oder nahe den größten Ausfuhrhäfen, Braila und Constantza, die Versendung des Weizens ohne große Kosten ermöglicht.

Den bedeutenden Ausfuhr- stehen nur sehr kleine Einfuhr-Mengen an Weizen gegenüber, so daß sie ganz unberücksichtigt bleiben können. Es sei hier kurz erwähnt, daß in den Jahren 1900—1910 im Mittel nur 7393 Tonnen eingeführt worden sind. Dieser Weizen wird fast ausschließlich zur Saat verwendet.

Was den Wert der Produktion anbelangt, so steht der Weizen unter allen Erzeugnissen Rumäniens an erster Stelle. Wenn wir die mittleren Ernten der Jahre 1901 bis 1910 von 2,086 Millionen Tonnen zu 150 Lei für die Tonne berechnen, so ergibt sich ein Wert der jährlichen Weizenproduktion von etwa 320 Millionen Lei, während die Ernte des Jahres 1911 mit 2603356 Tonnen einen Wert von 390,5 Millionen Lei darstellt.

Berücksichtigen wir weiter den Wert der Mehrausfuhr von Weizen, so ergibt sich, daß dieser in den letzten Jahren stark gestiegen ist. Im Jahre 1905 betrug die Mehrausfuhr einen Wert von über 250 Millionen Lei, erreichte aber im Jahre 1910 den höchsten in Rumänien zu verzeichnenden Wert von 334,8 Millionen Lei.

Zum Schlusse möchte ich auf einige Mittel hinweisen, die zur Steigerung der Weizenproduktion beitragen könnten, obgleich vielfach behauptet wurde, daß der Weizen mit seiner Anbaufläche von etwa 30% die Grenze der Ausdehnung schon erreicht habe und daraus schlechtweg der Schluß gezogen wurde, eine weitere Steigerung der Weizenproduktion sei nicht mehr möglich.

Es darf aber nicht übersehen werden, daß die land- und forstwirtschaftlich genutzte Fläche in Rumänien nur rund 76%[1]) von der Gesamtfläche des Landes beträgt und so noch ausgedehnte Landstriche vorhanden sind, die urbar gemacht werden könnten.

Folgende Mittel kommen in Betracht.

1. Steigerung der Erträge von der Flächeneinheit durch rationellere Kultur, und vor allen Dingen durch Herbeischaffung des fehlenden Wachstumsfaktors, der Wassers, mit Hilfe von Bewässerungsanlagen aus der Donau oder mit artesischem Wasser aus dem Tertiär.

2. Entwässerung und Urbarmachung der Anschwemmungsgebiete (der Donau und ihrer zahlreichen Nebenflüsse), die in Rumänien große Ausdehnung besitzen.

3. Urbarmachung der Ödländereien, die weit über 1 Million ha betragen.

4. Einführung einer rationelleren Fruchtfolge in den Gebieten, wo es die wirtschaftlichen Verhältnisse gestatten, wobei eine Einschränkung der Brache (jährlich liegen rund 450000 ha brach) stattfinden könnte.

[1]) Die Waldungen (2,28 Millionen ha) sind hier mit gerechnet.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr. W. Kirchner

für sein liebenswürdiges Entgegenkommen und die hochgeschätzte Unterstützung durch Rat und Tat, an dieser Stelle meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

Literaturnachweis.

Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Hefte 17, 36 und 96.

Berthelot, Absorption der Humusstoffe. Comptes rendus der Pariser Academie. 1905.

Branza, G., Prodromul Florei Romane. Bukarest 1893.

Ehrenberg, P., Theoretische Betrachtungen über die Beeinflussung einiger der sog. physikalischen Bodeneigenschaften. — Mitteilungen des landw. Instituts der Universität Breslau. Bd. IV. Heft III. Berlin 1908.

Grecescu, G., Conspectul Florei Romane. Bukarest 1909.

Heinrich, R., Dünger und Düngen. Berlin 1904.

Hilgard, F. W., Über den Einfluß des Klimas auf die Bildung und Zusammensetzung des Bodens. Forschungen Wollny. Bd. XVI. 1893.

Hepites, St., Materiale pentru climatologia Romaniei. Bukarest 1893—1910.

Jormescu und Popa Burca, Harta agronomica a Romanieï. Bukarest 1909.

Kirchner, W., Allgemeine Ackerbaulehre. Drucksachen.

Derselbe. Weltproduktion usw.

Krische, P., Untersuchung und Begutachtung von Düngemitteln usw. Berlin 1906.

Martonne, Em., Geographie physique. 1908.

Murgoci, G., La Plaine Roumaine et la Balte du Danube. Rapport au Congrès International. Bukarest 1906.

Derselbe. Schitza Agronomica a Romaniei. Bukarest 1908.

Derselbe. Rapport al lucrarilor Sectiunei Agrogeologice pe anii 1906/1907 und 1907/1908. Bukarest 1909.

Ministerul Agriculturei. Statistica agricola 1900—1911.

Ministerul Agriculturei. Buletinul 1898—1911.

Munteanu, W. C., Les céréales roumaines. Bukarest 1900.

Mitscherlich, Bodenkunde. 1905.

Monographien der königlichen Krondomänen.

Monographien der Landgemeinden.
Pfeiffer, Th. und Blanck, Die Säureausscheidungen der Wurzeln usw. Landwirtsch. Versuchs-Stationen.
Puchner, J., Untersuchungen über den Transport der löslichen Salze usw. Wollnys Forschungen 1895. Bd. XVIII.
Derselbe. Verteilung der Nährstoffe in den verschiedenen feinen Bodenbestandteilen. Landw. Versuchs-Station 1907. Bd. 66.
Ramann, Bodenkunde. Berlin 1910.
Rümcker, K., Tagesfragen aus dem modernen Ackerbau.
Rusescu, Chestiunea impaduririlor artificiale (künstliche Aufforstung). Bukarest 1906.
Schindler, F., Der Getreidebau. Berlin 1909.
Sirbirzew, Etude des sols de la Russie. St. Petersburg. 1897.
Simionescu, J., Erreicht die russische Tafel Rumänien? „Centralblatt für Geologie." Stuttgart 1901.
Derselbe. Geologia Moldovei, Bukarest 1903.
Derselbe. Constitutia geologica a tarmului Prutului usw.
Steffanescu, Gr., Elemente der Geologie. Bukarest 1902.
Wohltmann, Das Nährstoffkapital westdeutscher Böden. Bonn 1900.
Derselbe. Wie schützt der Landwirt seine Fluren gegen Trockenheit. No. 6 der Mitteilungen aus dem Versuchsf. z. Bonn-Poppelsdorf.
Wahnschaffe, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Berlin 1903.
Wollny, E., Untersuchungen über die Verdunstung. Wollny's Forschungen usw. Bd. XVIII. 1895.
Zaharia, Al., Graul Romanese. Bukarest 1910.

Lebenslauf.

Ich, Jordache Dragan, orthodoxer Religion, Sohn des Gutsbesitzers Constantin Dragan, wurde am 22. Februar 1885 zu Straoane-de-Jos (Rumänien) geboren. Vom Jahre 1897 besuchte ich das staatliche Lyceum in Focsani und erlangte 1905 das Reifezeugnis. Im Herbste desselben Jahres ging ich als Einjährig-Freiwilliger zum Militär. Das auf die Dienstzeit folgende Jahr verbrachte ich in der Praxis auf unserem Gute zu Straoane. Im Jahre 1907 bezog ich die Landwirtschaftliche Hochschule zu Berlin und ließ mich als ordentlicher Hörer immatrikulieren. Hier hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren: Orth, Buchner, Gruner, Kny, Zuntz, Plate u. a. Im Jahre 1908 bezog ich die Universität Leipzig und hörte die Vorlesungen der Herren Professoren: Kirchner, Beckmann, Stieda, Falke, Strecker, Eber, Löhnis, arbeitete im landwirtschaftlichen und chemischen Laboratorium und im Winter-Semester 1911/12 und Sommersemester 1912 untersuchte ich Bodenproben vom rumänischen Tschernosem im Landwirtschaftlichen Laboratorium unter der Leitung des Geheimen Hofrates Prof. Dr. W. Kirchner.

3 0112 042501871